



TUGAS AKHIR - TI 091324

**PENGEMBANGAN RENCANA OPERASIONAL PADA
PENGANGKUTAN LNG MELALUI TRANSPORTASI PERAIRAN**

**ZULNIO TARAKANANTYO YUDHA PERWIRA
NRP 2510 100 042**

**Dosen Pembimbing
Yudha Andrian Saputra, S.T., M.B.A**

**JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014**



FINAL PROJECT - TI 091324

**OPERATIONAL PLAN DEVELOPMENT FOR LNG DISTRIBUTION
THROUGH THE WATER TRANSPORTATION**

**ZULNIO TARAKANANTYO YUDHA PERWIRA
NRP 2510 100 042**

**Supervisor
YUDHA ANDRIAN SAPUTRA, S.T, M.B.A**

**DEPARTMENT OF INDUSTRIAL ENGINEERING
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2014**

**PENGEMBANGAN RENCANA OPERASIONAL PADA
PENGANGKUTAN LNG MELALUI TRANSPORTASI
PERAIRAN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik**

pada

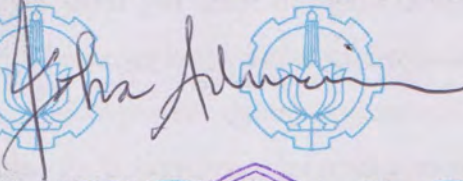
**Program Studi S-1 Jurusan Teknik Industri
Fakultas Teknologi Industri**

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**ZULNIO TARAKANANTYO YUDHA PERWIRA
NRP. 2510 100 042**

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :



YUDHA ANDRIAN SAPUTRA, S.T., M.B.A.

NIP. 198203122005011002

SURABAYA

AGUSTUS, 2014

PENGEMBANGAN RENCANA OPERASIONAL PADA PENGANGKUTAN LNG MELALUI TRANSPORTASI PERAIRAN

Nama : Zulnio Tarakanantyo Yudha Perwira
NRP : 2510100042
Jurusan : Teknik Industri ITS
Pembimbing : Yudha Andrian Saputra, S.T, M.B.A

ABSTRAK

Dalam Peraturan Presiden Nomor 05/2006 yang bertujuan mendukung Kebijakan Energi Nasional dicetuskan penggunaan pasokan energi *mix* yang optimal pada tahun 2025, dengan komposisi >30% untuk penggunaan gas alam. Untuk mendukung kebijakan energi nasional tersebut, maka harus ditunjang dengan fasilitas moda pengangkut gas alam dan fasilitas penunjang baik dalam memproduksi, memproses, menyimpan, hingga menyalurkan gas alam ke konsumen. Dilihat dari segi biaya investasi dan fleksibilitas, pengiriman gas alam melalui transportasi perairan dalam bentuk LNG lebih baik secara ekonomis dibandingkan melalui pipa atau transportasi darat. Terdapat beberapa karakteristik dalam pengangkutan LNG yaitu gas alam diangkut dengan kapal khusus LNG untuk meminimasi *boiloff*, besarnya biaya untuk menyediakan kapal dalam bentuk investasi maupun sewa, ketidakpastian dalam operasional, dan terdapat batasan dengan kondisi geografis. Pada penelitian ini mengembangkan model rencana operasional pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan dengan mempertimbangkan karakteristik pengangkutan LNG dan *docking* kapal. Tujuan dari model untuk menentukan konsep keputusan strategis terkait rencana operasional dan mengujikan konsep dalam sebuah studi kasus. Permasalahan dimodelkan dengan model simulasi. Hasil pengujian dalam studi kasus menunjukkan bahwa model mampu menyelesaikan permasalahan pengangkutan gas alam dengan mendapatkan keputusan strategis berupa ukuran kapal dan

ukuran tangki dengan melakukan evaluasi performansi berupa *shortage*, utilitas kapal, frekuensi pengiriman, dan ukuran tangki.

Kata Kunci : *Liquified Natural Gas*, Pemodelan Sistem, *Shipping*, Simulasi

OPERATIONAL PLAN DEVELOPMENT FOR LNG DISTRIBUTION THROUGH THE WATER TRANSPORTATION

Name : Zulnio Tarakanantyo Yudha Perwira
NRP : 2510100042
Department : Industrial Engineering
Supervisor : Yudha Andrian Saputra, S.T, M.B.A

ABSTRACT

In the Presidential Regulation No.05/2006 which aims to support the National Energy Policy initiated the use of the optimal mix of energy supply in 2025, with a composition of > 30% for the use of natural gas. To support the National Energy Policy, it must be supported with natural gas carrier and supporting facilities like producing facility, processing facility, storing facility, and transporting facility to consumers. In terms of investment costs and flexibility, natural gas delivery through water transportation in the form of LNG has a better value economically than through a pipe or ground transportation. There are some characteristics in the transport of LNG, which is the use of special LNG vessels to minimize boiloff, a huge cost to provide the vessel in the form of investment or lease, the operational uncertainties, and limits to geographical conditions. Here we develop a model of the operational plan of natural gas distribution through water transportation taking into account the characteristics of the LNG transport and the ship docking. The objective of this model is to define the concept of strategic decisions related to operational plans and to test this concept in a case study. The problem is formulated with a simulation model. The results of the testing in the case study shows that the model is able to solve the problems of transporting natural gas through water transportation to get strategic decisions such as vessel size and the size of the tank with conducting the performance evaluation in a shortage, utility boats, frequency of delivery, and the size of the tank.

Keyword : *Liquified Natural Gas, Shipping, Simulation, System Modelling*

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim.

Alhamdulillahirabbilalamin, segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan berkah, rahmat, rizki, dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tak lupa pula shalawat dan salam bagi junjungan kita Nabi Muhammad SAW beserta sahabat dan keluarga beliau.

Laporan Tugas Akhir ini diajukan sebagai syarat untuk menyelesaikan studi Strata – 1 di Jurusan Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan judul **“PENGEMBANGAN RENCANA OPERASIONAL PADA PENGANGKUTAN LNG MELALUI TRANSPORTASI PERAIRAN”**

Tugas Akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar berkat kerjasama, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan kepada pihak-pihak yang berperan dalam penelitian Tugas Akhir ini, antara lain :

1. Kedua orangtua tercinta. Ibunda tercinta, Tetra Setyo Wardhani, dan Ayah, Zulkarnaen Rinaldy atas kesabaran, pengajaran, bimbingan, , teladan, nasehat, kerja keras, motivasi ,doa dan dukungan yang tiada putusnya demi kesuksesan penulis. Ananda persembahkan gelar Sarjana ini kepada beliau berdua. Serta adik penulis tercinta Zulnio Rizky Hafizh Banjaransari dan Zulnia Az Zahra Zalfa Aura Ramadhani. Dan juga keluarga besar penulis yang turut memberikan dukungan dan doa kepada penulis selama ini.
2. Bapak Yudha Andrian Saputra, S.T, M.B.A, ,selaku dosen pembimbing penelitian Tugas Akhir. Terima kasih atas waktu, bimbingan, arahan, petunjuk, ilmu, nasehat, motivasi, dan kesabaran dalam membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Prof. Ir. Budi Santosa, M.Sc., Ph.D selaku ketua Jurusan Teknik Industri ITS sekaligus Kepala Laboratorium Komputasi dan Optimasi Industri dan dosen penguji yang telah membimbing penulis dalam menempuh pendidikan Sarjana hingga berhasil menyelesaikan Tugas Akhir.

4. Bapak Prof. Budisantoso Wirjodirdjo, Ir., M.Eng, Dr., Bapak Nurhadi Siswanto, S.T., M.S.I.E, dan Ibu Effi Latiffianti, S.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukan dalam perbaikan penelitian ini.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen pengajar dan karyawan Teknik Industri ITS, atas segala ilmu, bimbingan dan pelajaran selama penulis menuntut ilmu di Jurusan Teknik Industri ITS..
6. Kepada Mansur Maturidi Arief, terima kasih atas bantuan tenaga dan pikiran selama pengerjaan penelitian ini.
7. Teman dan sahabat terbaik penulis, Hysmi, Jimbo, Ade, Kentung, Agyl, Revi, Imam, serta teman-teman PROVOKASI 2010. Bangga dan bahagia bisa menjadi bagian dari kalian. Terima kasih atas kekeluargaan kenangan indah dan kegembiraan tak terlupakan selama ini. Sampai jumpa di reuni-reuni kedepannya.
8. Mbak, Mas, dan Teman-teman DK Family HMTI ITS 2012/2013, serta Teman-teman dan Adik-adik DKnight's HMTI ITS 2013/2014 yang telah memberikan pengalaman organisasi yang berharga sehingga dapat menyelesaikan kepengurusan dengan baik dan lancar. Senang bisa merasakan menjadi bagian dari keluarga Dikesma dan dapat bekerja sama dengan kalian. Semoga segala yang teman-teman lakukan bermanfaat bagi sekitar.
9. Teman-teman Fungsionaris dan Kabinet HMTI ITS 2013/2014 "*Unity for The Glorious Era*" atas kerjasama yang luar biasa dalam membangun himpunan bersama.
10. Teman-teman Panitia Industrial Challenge 2012; Teman-teman OC dan Mbak Mas SC; serta Panitia Industrial Challenge 2014; Teman-teman SC dan Adik-adik OC; terimakasih atas kerja keras, tenaga, waktu, dan pengalaman yang diberikan sehingga dapat menyelenggarakan kegiatan dengan sukses. Senang bisa bekerja dengan kalian.
11. Teman-teman Administrator Laboratorium Komputasi dan Optimasi Industri : Hasyim, Jimbo, Gusti, Andrew, Layli, Sabrina, Dewi, Vega, Puhenk, Hajar, Friska, Agni, Ovita, Aan, Chrisman, Lola, Mike, Resa, Nindya, Mas Fiqi; terimakasih atas kepercayaan, tanggung jawab, dan kekeluargaan yang telah diberikan dalam mengelola laboratorium. Serta kepada Senior dan Alumni

Administrator : Mbak Aulia, Mbak Diesta, Mas Rogam, Mas Abduh, Mbak Lian, Mas Angga, Mas Riza, Mas Nadhil, Mbak Rita, Mbak Maria, Mas Yonna, Mbak Ajeng, Mas Okky, Mas Rofiq, dan Mas Dedi, terimakasih atas pembelajaran yang telah diberikan.

12. Teman-teman Tenis TI ITS dan Unifier Sepeda X (UniseX), yang telah menyempatkan waktu dan tenaganya untuk menjaga jasmani agar selalu sehat. Semoga bisa berolahraga rutin bersama di kesempatan selanjutnya.
13. Kepada teman-teman yang juga berjuang menuju Wisuda 111. Kentung, Rajab, Edo, Digzong, dan lain-lain. Sukses untuk kalian.
14. Kepada teman-teman sesama bimbingan dengan Pak Yudha. Vega dan Icca. Terima kasih untuk diskusi, *sharing* dan motivasi yang diberikan kepada penulis selama ini, semoga sukses.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap adanya kritik dan saran yang membangun. Pada akhirnya, semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Surabaya, Juli 2014

Zulnio Tarakanantyo Yudha Perwira

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Liquefied Natural Gas (LNG).....	7
2.2 Distribusi dan Transportasi	8
2.2.1 Transportasi Laut	9
2.2.2 Biaya Transportasi Laut.....	11
2.3 Bisnis pada Liquefied Natural Gas	13
2.4 Supply Chain of Liquefied Natural Gas	14
2.5 LNG Carrier	16
2.6 LNG Receiving Terminal	17
2.7 Pemodelan dan Simulasi	18
2.7.1 Model	18
2.7.2 Simulasi	19
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	21
3.1 Identifikasi Masalah dan Studi Literatur.....	21
3.2 Identifikasi Skema Pengangkutan Gas Alam.....	21
3.3 Perancangan Model.....	21

3.4	Uji Numerik dan Analisis.....	22
3.5	Kesimpulan dan Saran.....	23
BAB 4 IDENTIFIKASI SKEMA PENGANGKUTAN GAS ALAM DAN PERANCANGAN MODEL.....		25
4.1	Karakteristik Pengangkutan Gas Alam melalui Transportasi Perairan ...	25
4.2	Model Konseptual	30
4.3	Perancangan Model	32
4.3.1	Notasi yang Digunakan	34
4.3.2	<i>Generating</i> Alternatif	35
4.3.3	Model Pengujian	37
4.3.3.1	Tahap 1 : Tahap Persiapan <i>Sailing</i> Kapal	38
4.3.3.2	Tahap 2 : Tahap <i>Loading</i> dan <i>Sailing</i> Menuju Tujuan Pengiriman	42
4.3.3.3	Tahap 3 : Tahap <i>Unloading</i> dan <i>Sailing</i> Menuju <i>Source</i> Awal..	45
4.3.3.4	Pengujian dengan Mempertimbangkan Docking.....	47
4.3.4	Evaluasi Performansi.....	47
4.3.4.1	<i>Shortage</i> pada Tujuan Pengiriman.....	48
4.3.4.2	Utilitas Kapal	53
4.3.4.3	Frekuensi Pengiriman	54
4.3.4.4	Ukuran Tangki	54
4.3.5	Penentuan Keputusan Alternatif Terpilih.....	54
BAB 5 UJI NUMERIK DAN ANALISIS.....		57
5.1	Uji Numerik.....	57
5.1.1	Data Uji Numerik	57
5.1.1.1	<i>Generating</i> Alternatif	59
5.1.1.2	Penentuan <i>Reorder Point</i>	60
5.1.2	Verifikasi Model Uji Numerik	60
5.2	Hasil Uji Numerik	73
5.2.1	Evaluasi Performansi terhadap <i>Shortage</i> pada Tujuan Pengiriman	73
5.2.2	Evaluasi Performansi terhadap Utilitas Kapal	74
5.2.3	Evaluasi Performansi terhadap Jumlah Pengiriman.....	75

5.2.4	Evaluasi Performansi terhadap Ukuran Tangki	76
5.2.5	Pengujian dengan Mempertimbangkan <i>Docking</i>	78
5.3	Diskusi dan Analisis	79
BAB 6	KESIMPULAN DAN SARAN.....	83
6.1	Kesimpulan	83
6.2	Saran	84
DAFTAR PUSTAKA		85
LAMPIRAN		87
BIOGRAFI PENULIS		139

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Karakteristik Operasional Moda Transportasi	10
Tabel 2.2	Biaya Periodic Maintenance.....	11
Tabel 4.1	Elemen Biaya Penyusun <i>Total Cost</i>	56
Tabel 5.1	Kapal yang Dapat Disewa	59
Tabel 5.2	Alternatif Ukuran Kapal yang Diujikan	59
Tabel 5.3	<i>Reorder Point</i> Pengujian	60
Tabel 5.4	Ilustrasi Model Simulasi <i>Assignment</i> Tujuan 1	61
Tabel 5.5	Ilustrasi Model Simulasi <i>Assignment</i> Tujuan 2	63
Tabel 5.6	<i>Inventory Source</i> pada Periode i	64
Tabel 5.7	Jumlah Muatan Kapal yang Dikirimkan	65
Tabel 5.8	<i>Stock On Hand</i> Tujuan pada Periode i	65
Tabel 5.9	Perhitungan <i>Sailing Time</i> Menuju Tujuan Pengiriman 1	67
Tabel 5.10	<i>Sailing Time</i> Menuju Tujuan Pengiriman 2	68
Tabel 5.11	Status <i>Inventory</i> dan <i>Stock On Hand</i> pada Periode i	68
Tabel 5.12	Pengiriman pada Tujuan Pengiriman 1 pada <i>Reorder Point</i>	69
Tabel 5.13	Rasio Terhadap Stok pada Periode i	70
Tabel 5.14	<i>Assignment</i> Pengiriman Kapal pada Tujuan Pengiriman Kritis	70
Tabel 5.15	Time Windows pada <i>Assignment</i> Kapal menuju Tujuan Pengiriman 1	72
Tabel 5.16	Pengujian Teknis Operasional Awal terhadap <i>Shortage</i> pada Tujuan Pengiriman	73
Tabel 5.17	Pengujian Teknis Operasional Awal Terhadap Utilitas Kapal	74
Tabel 5.18	Pengujian Teknis Operasional Awal Terhadap Frekuensi Pengiriman...	75
Tabel 5.19	Pengujian Teknis Operasional Awal Terhadap Ukuran Tangki	77
Tabel 5.20	Pengujian dengan Mempertimbangkan <i>Docking</i> terhadap <i>Shortage</i> pada Tujuan Pengiriman	78
Tabel 5.21	Alternatif untuk Meningkatkan Performansi	79
Tabel 5.22	Perbandingan dari Segi Teknis Operasional <i>Shortage</i>	80

(halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Senyawa Kimia LNG	8
Gambar 2.2	Klasifikasi Biaya pada Kapal.....	13
Gambar 2.3	Konsumsi Energi Dunia berdasarkan Komoditas	14
Gambar 2.4	Rantai Pasok LNG	15
Gambar 2.5	LNG Carrier	16
Gambar 2.6	LNG Receiving Terminal Component and Process.....	17
Gambar 2.7	Full Containment LNG Storage Tank.....	18
Gambar 3.1	<i>Flowchart</i> Metodologi Penelitian	22
Gambar 4.1	Ilustrasi <i>Lead Time</i> lebih besar dari <i>Stock Cycle</i>	27
Gambar 4.2	Model Konseptual Pengangkutan Gas Alam melalui Transportasi Perairan	30
Gambar 4.3	Tahapan Penentuan Konsep Keputusan Strategis Terkait Rencana Operasional	33
Gambar 4.4	Tahapan <i>Generating</i> Alternatif.....	36
Gambar 4.5	Algoritma Tahap Persiapan <i>Sailing</i> Kapal.....	38
Gambar 4.6	Penentuan Tujuan Pengiriman	41
Gambar 4.7	Algoritma Tahap <i>Loading</i> dan <i>Sailing</i> Menuju Tujuan Pengiriman	42
Gambar 4.8	<i>Loading</i> Muatan.....	43
Gambar 4.9	Algoritma Tahap <i>Unloading</i> dan <i>Sailing</i> Menuju <i>Source</i>	45
Gambar 4.10	<i>Unloading</i> Muatan.....	46
Gambar 4.11	<i>Shortage</i> terhadap Parameter <i>Stock On Hand</i> Tujuan 0.....	50
Gambar 4.12	<i>Shortage</i> Terhadap Parameter <i>Safety Days Inventory</i>	52
Gambar 5.1	Ilustrasi Pengujian Numerik	58
Gambar 5.2	Ilustrasi Proses Simulasi	61

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 1

PENDAHULUAN

Bab pendahuluan berisi mengenai latar belakang yang mendasari dilaksanakannya penelitian, seperti latar belakang, perumusan masalah, tujuan penelitian, dan ruang lingkup penelitian.

1.1 Latar Belakang masalah

Dalam Peraturan Presiden Nomor 05/2006 yang bertujuan mendukung Kebijakan Energi Nasional dicetuskan penggunaan pasokan energi *mix* yang optimal pada tahun 2025, dengan komposisi >30% untuk penggunaan gas alam. Untuk meningkatkan pemanfaatan gas alam untuk mendukung kebijakan energi nasional tersebut, tentunya harus ditunjang dengan fasilitas pendukung, yaitu tersedianya moda pengangkut gas alam serta fasilitas penunjang baik dalam memproduksi, memproses, menyimpan, hingga menyalurkan gas alam ke konsumen.

Distribusi gas alam dari sumber atau kilang gas dapat dilakukan melalui pipa, transportasi darat, atau transportasi laut. Pipa merupakan suatu teknologi dalam mengalirkan fluida seperti minyak, gas atau air dalam jumlah yang sangat besar dan jarak yang jauh melalui daerah tertentu (Soegiono & Budha Arthana, 2006). Meskipun pipa sangat *reliable* dan dapat beroperasi dengan baik, namun biaya investasi yang dibutuhkan sangat besar dan membutuhkan waktu investasi yang lama karena diperlukan penyewaan atau pembebasan lahan yang berhubungan dengan penduduk setempat. Selain itu, pengiriman dengan pipa juga tidak fleksibel karena rute pengiriman bersifat pasti dan tidak dapat dioperasikan lagi ketika sumber gas pada rute tersebut sudah tidak beroperasi. Distribusi melalui transportasi darat menggunakan truk secara langsung menuju *end customer* dalam bentuk gas alam yang dipadatkan yaitu CNG (*Compressed Natural Gas*). Sedangkan distribusi melalui transportasi perairan menggunakan kapal dalam bentuk gas alam yang dicairkan yaitu LNG (*Liquified Natural Gas*). Gas alam yang dipadatkan menjadi CNG akan berkurang volumenya menjadi

1/250 dari volume aslinya. CNG secara ekonomis lebih murah dalam produksi dan penyimpanan dibanding LNG dimana membutuhkan tangki kriogenik yang mahal. Namun jika dibandingkan dengan LNG yang dapat mengurangi volumenya menjadi 1/630 volume aslinya, maka CNG membutuhkan media penyimpanan yang besar dengan massa gas yang sama dibanding dengan LNG (Meirina Priatra, 2009). Selain itu, LNG memiliki nilai densitas bahan bakar 3 kali lebih besar dari CNG pada volume yang sama dan dapat disimpan dalam tekanan rendah (1 atmosfer) dan memiliki jarak tempuh yang lebih panjang (Kementrian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2012). Oleh karena itu, pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan dalam bentuk LNG lebih ekonomis untuk lokasi yang jauh dari sumber gas alam.

Secara umum aliran rantai pasok proses pengangkutan LNG melalui transportasi perairan ialah dimulai dari proses eksplorasi pada sumber gas alam, kemudian proses pencairan gas alam pada *liquefaction plant*, proses pemuatan ke kapal, proses pengiriman dengan kapal LNG, proses pembongkaran di terminal penerima (*receiving terminal*), hingga proses perubahan bentuk kembali menjadi gas pada *regasification plant*, dan dapat mencapai konsumen. Pengangkutan gas alam dalam melalui transportasi perairan memiliki beberapa karakteristik. Pertama, LNG diangkut dengan kapal khusus LNG yang memiliki tangki kargo yang terisolasi dengan desain lambung ganda. Lambung ganda digunakan untuk mengurangi peluang terjadinya penguapan gas alam cair saat pengiriman. Berdasarkan data dari *Groupe International des Importateurs de Gaz Naturel Liquéfié* (G.I.I.G.N.L.), terdapat 393 kapal LNG di dunia pada akhir tahun 2013 dengan berbagai jenis ukuran dan usia kapal. Kedua, biaya untuk menyediakan kapal LNG bernilai besar. Pada tahun 2005, biaya sewa kapal LNG ukuran standar 138.000 m³ sekitar US\$70.000 per hari. Harga kapal LNG baru berukuran 138.000-145.000 m³ pada tahun 2005 adalah sekitar US\$200juta dan kapal LNG kecil berkapasitas 2500m³ adalah sekitar US\$30juta (Soegiono & Budha Arthana, 2006). Besarnya nilai investasi menyebabkan jumlah kapal tidak dapat begitu saja ditambah ketika dibutuhkan untuk dilakukan *order* pengiriman. Diperlukan perencanaan yang matang dalam menginvestasikan kapal untuk mengangkut LNG. Ketiga, transportasi perairan memiliki ketidakpastian yang lebih banyak

dibanding moda transportasi lain. Ketidakpastian tersebut antara lain yaitu kecepatan kapal di perairan yang berbeda, waktu bongkat muat muatan, dan sebagainya. Keempat, konsumen LNG terkadang berada di daerah dengan kondisi geografis yang memberikan keterbatasan pada operasional. Keterbatasan tersebut berupa bagi ukuran kapal yang dapat melewati daerah perairan tersebut dan ukuran tangki yang diperbolehkan dibangun.

Berdasarkan penjelasan diatas, diperlukan perencanaan operasional pengangkutan gas alam dimana dapat mengakomodasi karakteristik pengangkutan LNG. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dibahas pengembangan rencana pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan dengan mempertimbangkan karakteristik pengangkutan LNG. Untuk mengakomodasi ketidakpastian, pengembangan akan dimodelkan dengan pendekatan simulasi. Rancangan model akan diujikan pada pengujian teknis operasional untuk mengetahui *behaviour* dan performansi dari perencanaan yang telah dibuat.

1.2 Perumusan Masalah

Permasalahan yang dibahas pada penelitian ini adalah mengembangkan rencana operasional pada pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan dengan pendekatan simulasi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menentukan konsep keputusan strategis terkait rencana operasional, yaitu ukuran kapal dan ukuran tangki dengan mempertimbangkan karakteristik pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan,
2. Menguji konsep untuk mengetahui *behaviour* dan performansi dari model.

1.4 Ruang Lingkup Penelitian

Batasan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sistem amatan pada penelitian ini dimulai dari pemuatan muatan pada *source* awal, pengiriman, hingga pembongkaran pada *receiving terminal* tujuan.
2. Data yang digunakan untuk uji numerik mempertimbangkan kondisi *real* sistem pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan, dimana terdapat :
 - *Time windows*
 - Transportasi melalui perairan laut
 - Transportasi melalui perairan sungai
 - *Docking* kapal

Asumsi yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. *Supply* dari sumber gas alam dan proses likuifaksi pada *liquifaction plant* tidak terdapat gangguan.
2. Tidak ada keterbatasan kondisi lahan pada *source* dan tujuan pengiriman.
3. *Boil-off* muatan selama satu pengiriman berdistribusi UNIFORM(2%,4%).
4. Kecepatan kapal di perairan laut berdistribusi TRIANGULAR (8,9,10) knot.
5. Kecepatan kapal di perairan sungai berdistribusi berdistribusi TRIANGULAR(4,5,6) knot.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mampu memberikan rekomendasi dalam keputusan strategis terkait rencana operasional.
2. Dapat menjadi referensi untuk penelitian tentang permasalahan pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan.

1.6 Sistematika Penulisan

Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari enam bab sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab pendahuluan ini berisi tentang hal-hal yang mendasari dilakukannya penelitian serta pengidentifikasian masalah penelitian. Bagian-bagian yang terdapat dalam bab pendahuluan ini meliputi latar belakang masalah, perumusan masalah, ruang lingkup penelitian, tujuan penelitian, dan manfaat penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Tinjauan pustaka menguraikan teori, temuan, dan bahan penelitian lain yang diperoleh dari acuan yang akan dijadikan landasan untuk melakukan kegiatan penilitan yang akan dijadikan Tugas Akhir.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menguraikan metodologi atau tahapan penelitian yang dilakukan dalam mengembangkan konsep rencana operasional pada pengangkutan gas melalui transportasi laut.

BAB IV IDENTIFIKASI SKEMA PENGANGKUTAN GAS ALAM DAN PERANCANGAN MODEL

Bab ini meliputi karakteristik pengangkutan gas alam, model konseptual dan tahapan detail dan formulasi yang membangun rancangan model pada penelitian ini.

BAB V UJI NUMERIK DAN ANALISIS

Bab ini berisi tentang percobaan numerik dari model yang telah dirancang dan hasilnya akan dilakukan analisis untuk mendapatkan *beahivour* dan performansi perencanaan.

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi tentang kesimpulan hasil penelitian dan saran-saran yang berkaitan dengan penelitian selanjutnya.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB 2

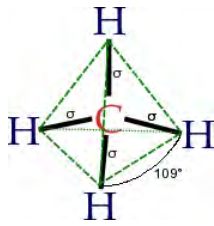
TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini akan dijelaskan mengenai tinjauan pustaka untuk penelitian yang dilakukan. Penjelasan tersebut meliputi teori, jurnal, dan literatur yang digunakan sebagai acuan dalam pengembangan model.

2.1 Liquefied Natural Gas (LNG)

Gas alam cari (*Liquified Natural Gas*) adalah gas alam yang telah diproses untuk menghilangkan ketidakmurnian dan hidrokarbon berat dan kemudian dikondensasi menjadi cairan pada tekanan atmosfer dengan mendinginkannya sekitar 160 derajat Celcius. Pengangkutan LNG dapat dilakukan dengan kondisi cair dengan kapal tanker LNG dalam jumlah besar. Sebelum gas alam dicarikan, terlebih dahulu partikel-partikel asing dibersihkan dan diproses antara lain melalui *deulfurization*, *dehydration*, dan pembersihan karbondioksida. Semua proses ini membuat gas menjadi tidak berwarna, transparan, tidak berbau, tidak beracun, serta terhindar dari sulfuroksida dan abu. LNG memiliki sifat yaitu suhu nyala spontan yang lebih tinggi dari bensin, sehingga LNG relatif aman sebagai sumber energi. Hal ini disebabkan karena LNG mempunyai kalori lebih tinggi (12.000 kcal/kg) dibandingkan dengan bahan bakar fosil lainnya seperti batu bata dan minyak bumi. (Soegiono & Budha Arthana, 2006).

LNG ditransportasi menggunakan kendaraan yang dirancang khusus. LNG memiliki isi sekitar 1/630 dari gas alam pada suhu dan tekanan standar, sehingga membuatnya lebih hemat untuk ditransportasi jarak jauh dimana tidak terdapat jalur pipa. Kondisi yang dibutuhkan untuk memadatkan gas alam bergantung dari komposisi dari gas itu sendiri, pasar yang akan menerima serta proses yang digunakan, namun umumnya menggunakan suhu sekitar 120 dan -170 derajat Celcius (Methana murni menjadi cair pada suhu -161,6 C) dengan tekanan antara 101 dan 6000 kPa. Gas alam bertekanan tinggi yang telah didapat kemudian diturunkan tekanannya untuk penyimpanan dan pengiriman. Kepadatan LNG kira-kira 0,41-0,5 kg/L, tergantung suhu, tekanan, dan komposisi.



Gambar 1.1 Senyawa Kimia LNG (*Sumber : www.lnggot.com , 2010*)

Dalam bentuk cair, LNG tidak bisa meledak dan tidak bisa terbakar. LNG harus lebih dulu teruapkan, kemudian bercampur dengan udara pada pembagian yang pas untuk pembakaran (rentang mudah terbakar antar 5% sampai 15%), dan kemudian dinyalakan untuk bisa terbakar. Bila ada kebocoran, LNG menguap dengan sangat cepat, berubah menjadi gas dan bercampur dengan udara. Jika campuran udara dan gas ini ada dalam rentang mudah terbakar (5% - 15%), terdapat resiko penyalan yang bisa menimbulkan bahaya kebakaran dan radiasi panas (LNG Expert Forum).

Terminal LNG terdiri dari (Soegiono & Budha Arthana, 2006) :

- Sistem bongkar muat LNG, termasuk *jetty* (dermaga)
- Tangki penyimpanan LNG
- LNG vaporizers
- Pompa LNG
- Sistem penanganan uap (*vaporizer*)
- Komponen pendukung pipa, katup, sistem kontrol, dan sistem keamanan yang diperlukan untuk terminal
- Infrastruktur (jalan, pagar, dan bangunan)

2.2 Distribusi dan Transportasi

Transportasi merupakan kegiatan perpindahan orang atau barang dari suatu tempat ke tempat lain yang berlangsung dalam suatu ruang. Unsur utama sistem transportasi dalam prosesnya terdiri atas obyek (orang dan atau barang), sarana transportasi, prasarana, dan regulasi. Transportasi sebagai sistem mencakup subsistem prasarana berupa jalur dan simpul tempat pergerakan, subsistem sarana berupa kendaraan/alat pergerakan, dan subsistem

pengendalian/pengaturan yang memungkinkan pergerakan tersebut efisien dan efektif. Pada prinsipnya sistem transportasi bertujuan untuk menciptakan pelayanan yang tinggi ke pelanggan dengan dilihat dari tingkat *service level* yang dicapai, kecepatan pengiriman, kesempurnaan barang sampai ke tangan pelanggan, serta pelayanan purna jual yang memuaskan.

Kegiatan distribusi dan transportasi pada umumnya terdiri dari

- Melakukan segmentasi dan menentukan target *service level*
- Menentukan mode transportasi yang digunakan
- Melakukan konsolidasi informasi dan pengiriman
- Melakukan penjadwalan dan penentuan rute pengiriman
- Memberikan pelayanan nilai tambah
- Menyimpan persediaan
- Menangani pengembalian (*return*)

Moda transportasi dapat dikelompokkan menurut media atau tempat dimana pergerakan tersebut dilakukan, yaitu (1) transportasi darat (transportasi jalan, jalan rel), (2) transportasi laut/perairan (transportasi laut, sungai, danau, dan penyeberangan), dan (3) transportasi udara, serta (4) transportasi multimoda (gabungan antara moda transportasi laut dan udara dan atau darat). Salah satu yang perlu dipertimbangkan dalam mengelola kegiatan pengiriman adalah *tradeoff* antara biaya dengan kecepatan respon dari suatu moda transportasi. Biaya pengiriman akan tinggi kalau perusahaan mementingkan kecepatan respon.

2.2.1 Transportasi Laut

Pengiriman dengan transportasi laut telah memonopoli pengiriman dengan volume besar. Hanya pengiriman dengan pipa yang lebih murah dari kapal jika dihitung dari per *cargo ton-mile* untuk pendistribusian barang dengan volume besar dan jarak yang jauh. Namun pengiriman dengan pipa memiliki kerugian pada rute yang *fixed* sehingga fleksibilitas pengiriman dengan pipa rendah. Untuk moda transportasi lain seperti kereta, truk, dan pesawat memiliki keuntungan masing-masing, tetapi hanya pesawat yang dapat melintasi daerah perairan dan pesawat memiliki batasan kapasitas serta biaya yang lebih besar daripada kapal.

Kapal merupakan moda transportasi yang paling mudah diregulasikan karena beroperasi pada perairan internasional dan terdapat perjanjian internasional yang mengatur operasionalnya (Christiansen, Fagerholt, Nygreen, & Ronen, 2007)

Tabel 1.1 Karakteristik Operasional Moda Transportasi

Operational characteristic	Mode				
	Ship	Aircraft	Truck	Train	Pipeline
Barriers to entry	small	medium	small	large	large
Industry concentration	low	medium	low	high	high
Fleet variety (physical & economic)	large	small	small	small	NA
Power unit is an integral part of the transportation unit	yes	yes	often	no	NA
Transportation unit size	fixed	fixed	usually fixed	variable	NA
Operating around the clock	usually	seldom	seldom	usually	usually
Trip (or voyage) length	days-weeks	hours-days	hours-days	hours-days	days-weeks
Operational uncertainty	larger	larger	smaller	smaller	smaller
Right of way	shared	shared	shared	dedicated	dedicated
Pays port fees	yes	yes	no	no	no
Route tolls	possible	none	possible	possible	possible
Destination change while underway	possible	no	no	no	possible
Port period spans multiple operational time windows	yes	no	no	yes	NA
Vessel-port compatibility depends on load weight	yes	seldom	no	no	NA
Multiple products shipped together	yes	no	yes	yes	NA
Returns to origin	no	no	yes	no	NA

NA – not applicable.

(Sumber : M. Christiansen et al, 2007)

Perencanaan moda transportasi kapal berbeda dibandingkan dengan moda transportasi lain karena kapal beroperasi pada kondisi yang berbeda. Perjalanan kapal bisa berhenti karena kondisi cuaca, ombak, kondisi geografis atau permasalahan mekanis dimana membutuhkan waktu lama untuk perbaikan. Sehingga perencanaan pengiriman dengan moda transportasi kapal perlu direncanakan dengan matang.

Sistem perdagangan dalam transportasi laut dapat dibagi 3 (Christiansen, Fagerholt, Nygreen, & Ronen, 2007), yaitu *bulk shipping*, *specialized cargo shipping*, dan *general cargo (liner) shipping*. Pada *bulk shipping*, kargo yang dikirimkan berbentuk curah dan biasanya diambil dari perdagangan bahan baku seperti minyak, bijih besi, batu bara, dan biji-bijian. *General cargo (liner)*

shipping mengirimkan barang dengan kuantitas yang lebih kecil yang meliputi barang-barang manufaktur dan barang *semi-manufactured* seperti *malting barley*, produk baja, biji logam non-ferrous, dan bahkan limbah kertas. Barang-barang dalam pengiriman liner dikirim dalam bentuk kotak box, palet, maupun *bag*. Sedangkan untuk *specialized cargo*, yang membedakan dengan *liner* maupun *bulk shipping* adalah menggunakan kapal yang dirancang khusus untuk membawa barang dengan jenis tertentu dan hanya memberikan layanan pada target pasar tertentu. Kargo yang dibawa memiliki penanganan dan penyimpanan dengan karakteristik tertentu. Sektor pengiriman kargo melalui *specialized cargo shipping* antara lain kendaraan bermotor, hasil hutan seperti kayu dengan ukuran dan pak tertentu, makanan beku, gas cair, dan bahan-bahan kimia.

2.2.2 Biaya Transportasi Laut

Biaya dalam transportasi laut diklasifikasikan menjadi 5 kategori (Stopford, 2009), yaitu

1. *Operationg cost*, yang merupakan biaya dalam menjalankan keseharian kapal (kecuali bahan bakar), seperti biaya gaji awak kapal, perbaikan dan pemeliharaan rutin , toko (*cabin store* dan *lubricating oil*), asuransi, dan administrasi.
2. *Periodic Maintenance*, yang terdiri dari biaya *dry docking* dan *special survey*. Besarnya biasa tergantung pada umur dan kondisi kapal. Berikut *Standard Capesize* untuk *periodic maintenance cost* pada masing-masing umur kapal

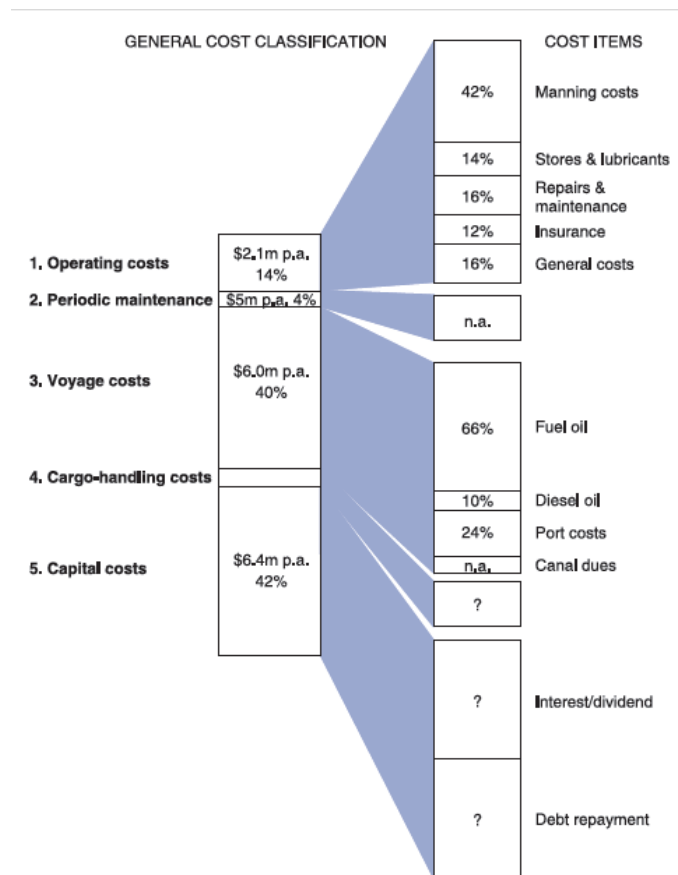
Tabel 1.2 Biaya Periodic Maintenance

	Age of ship				
	0-5	6-10	11-15	16-20	
Time out of service (days)	20	23	40	40	
Time in drydock (days)	10	14	23	18	Total
Cost Items (USD)					
Dry-dock charges	62,000	68,000	81,500	74,000	285,500
Port charges, tugs, agency	70,000	73,300	92,000	92,000	327,300
General services	80,000	92,000	160,000	160,000	492,000
Hull blast, clean & painting	102,800	128,800	183,600	99,000	514,200
All dry-dock paint	164,100	175,500	207,000	194,100	740,700
All steel replacement	70,000	350,000	1,190,000	840,000	2,450,000
Cargo spaces	22,200	64,200	126,000	150,000	362,400
Ballast spaces	36,400	23,200	26,000	47,400	133,000
Hatch covers & deck fittings	28,000	56,320	60,560	60,560	205,440
Main engine and propulsion	46,000	42,000	48,000	48,000	184,000
Auxiliaries	27,000	34,000	134,000	44,000	239,000
Piping & valves	18,000	37,000	50,000	34,000	139,000
Navigation & communications	9,000	11,000	11,000	11,000	42,000
Accommodation	6,000	8,000	7,000	7,000	28,000
Surveys & surveyors	70,000	78,500	113,000	108,000	369,500
Miscellaneous	100,000	100,000	100,000	100,000	400,000
Spare parts & subcontractors	70,000	100,000	100,000	120,000	390,000
Owner's attendance	23,800	25,600	35,800	35,800	121,000
Estimated total	1,005,300	1,467,420	2,725,460	2,224,860	7,423,040
Averaged annual cost	201,060	293,484	545,092	444,972	
Averaged daily cost	551	804	1,493	1,219	

(Sumber : Clarkson Research, Capesize Quality Survey,1993)

3. *Voyage Cost*, merupakan biaya variabel untuk biaya bahan bakar, iuran pelabuhan, iuran kanal, dan kapal pandu. Bahan bakar terdiri dari *bunker oil* dan *diesel oil*. Kecepatan kapal sangat berpengaruh terhadap konsumsi bakar tiap harinya.
4. *Cargo handling cost*, terdiri dari biaya pemuatan, pembongkaran, dan penyimpanan kargo. Besarnya biaya *cargo handling* dapat dikurangi dengan menginvestasikan lebih pada peningkatan teknologi fasilitas *handling* pada desain kapal.
5. *Capital cost*, merupakan biaya yang ditanggung berdasarkan bagaimana sebuah kapal dibiayai. *Capital cost* dapat berupa pembayaran utang dan pembagian deviden.

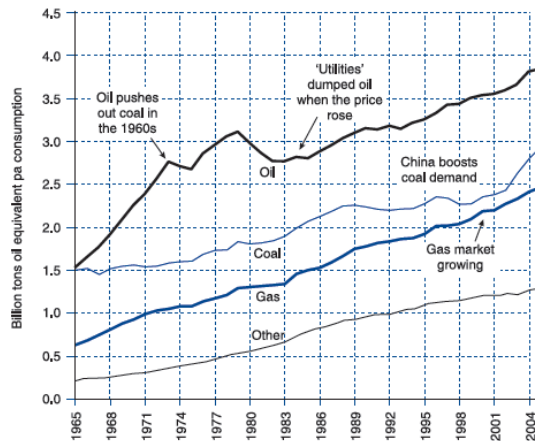
Dari keseluruhan biaya diatas, telah dilakukan analisis pada *Capesize bulk carrier* dengan umur 10 tahun dengan harga pada tahun 2005 yang digunakan sebagai panduan kasar bahwa proporsi biaya tersebut yaitu



Gambar 1.2 Klasifikasi Biaya pada Kapal (Sumber : 10-years-old Capesize bulk carrier under Liberian Flag. Compiled by Martin Stopford, 2009)

2.3 Bisnis pada Liquefied Natural Gas

LNG merupakan sumber energi ketiga terbesar yang di transportasikan melalui transportasi laut setelah minyak dan batu bara. Pada tahun 2005, dunia mengkonsumsi 2,5 miliar ton gas alam, dan dibandingkan dengan minyak sebanyak 3,8 miliar ton dan batubara sebesar 3 miliar ton. Semenjak dapat diolah dengan bersih, LNG menjadi sumber energi yang lebih dipilih untuk pembangkit listrik (Stopford, 2009).



Gambar 1.3 Konsumsi Energi Dunia berdasarkan Komoditas (Sumber : BP Annual Review of the World Oil Industry)

Perdagangan gas alam yang sukses, membutuhkan 3 syarat yang harus dipenuhi. Pertama, adanya sumber gas dengan jumlah besar. Kedua, adanya pasar atau pengelola pendistribusian gas alam ke pelanggan. Ketiga, adanya investasi dalam kebutuhan likuifaksi, regasifikasi, dan sistem transportasi. Isu yang cukup sentral dalam perdagangan gas adalah penentuan harga gas dimana hal ini menjadikan investor untuk berpikir lebih pada investasi pendistribusian gas alam yang cukup besar karena kekhawatiran harga gas dimasa depan. Sehingga perdagangan gas jarak jauh menjadi pilihan yang lebih baik agar dapat bersaing dengan kompetitif pada pasar (Stopford, 2009).

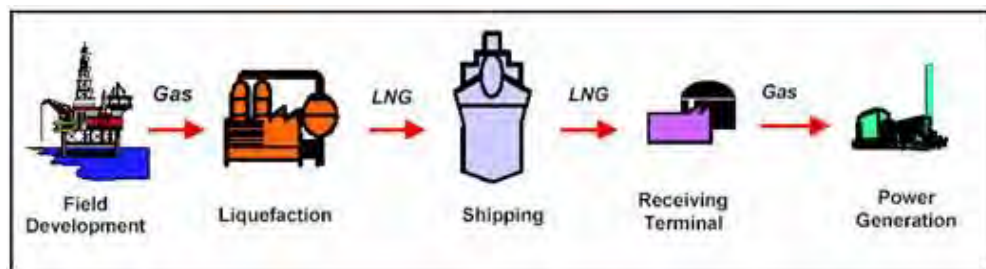
Distribusi gas alam dari sumber atau kilang gas dapat dilakukan melalui *pipeline* atau transportasi laut. Meskipun *pipeline* sangat *reliable* dan dapat beroperasi dengan baik, namun biaya investasi yang dibutuhkan sangat besar dan tidak fleksibel.

2.4 Supply Chain of Liquefied Natural Gas

Rantai pasok LNG terdiri dari 4 operasi antara lain yaitu (1) transportasi gas melalui pipa dari ladang gas menuju LNG *plant*, (2) pemisahan LPG dan kondensat untuk menghasilkan gas metana yang akan dilakukan proses likuifaksi dan disimpan untuk siap didistribusikan, (3) gas alam cair dimuat dalam kapal untuk ditransportasikan ke destinasi tujuan, dan (4) pembongkaran pada *receiving*

terminal dan dilakukan proses regasifikasi untuk kemudian menjadi sumber bahan bakar pembangkit listrik (Stopford, 2009).

Pada proses likuifaksi, gas dihilangkan kontaminasi seperti karbondioksida, air, dan sulfur untuk menghindari gas agar tidak membeku dan merusak peralatan ketika didinginkan hingga -163 derajat Celcius. Proses likuifaksi dapat mengurangi volume hingga 1/630 dari volume awal. Gas yang telah dicairkan disimpan pada *refrigerated tanks* hingga kapal datang untuk dilakukan pemuatan melalui pipa yang memiliki temperatur rendah dan dirancang khusus untuk kemudian dikirimkan ke tujuan. Untuk pendistribusian LNG, biasanya untuk rute menengah dan jauh, umumnya menggunakan kapal LNG karena kemungkinan tidak bisa dibangunnya saluran pipa pada wilayah yang dilewati atau wilayah tersebut yang berupa perairan dengan kedalaman air yang terlalu dalam. Kapal LNG yang digunakan memberikan isolasi pada *handling* kargo untuk mencegah gas cair mendidih pada tangki kapal. Pada tujuan pengiriman, gas cair dibongkar pada *receiving terminal* untuk kemudian dilakukan proses regasifikasi agar gas cair menjadi kembali berbentuk gas. Melalui jaringan pipa dengan temperatur rendah dan dirancang khusus, gas akan dikirimkan untuk kebutuhan sumber bahan bakar pembangkit listrik (Stopford, 2009).



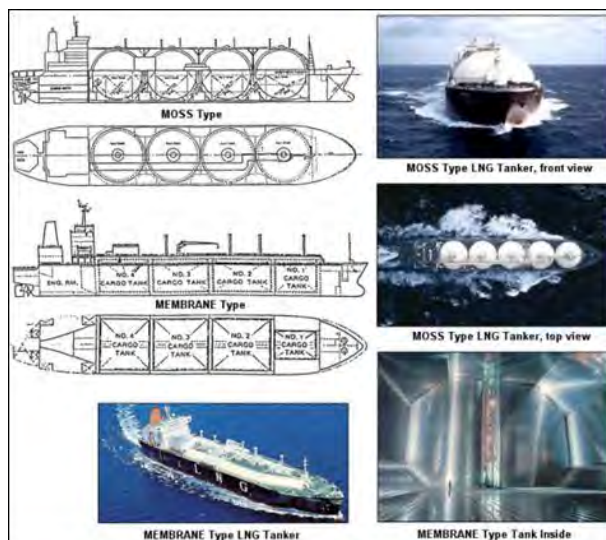
Gambar 1.4 Rantai Pasok LNG (Sumber : What is Required to Bring LNG to Hongkong, *Environmental Impact Assesment Ordinance*, Hongkong Government,2006)

Dalam penggunaan kapal LNG sebagai sarana pendistribusi LNG, dari ladang gas menuju pelanggan tentunya membutuhkan dukungan infrastruktur dengan investasi yang besar dalam proses transportasinya. Infrastruktur pendukung tersebut adalah *LNG carrier, liquefaction plant , loading terminal*

with storage tanks, receiving terminal with storage tanks, serta re-gasification plant sebelum diterima oleh pelanggan.

2.5 LNG Carrier

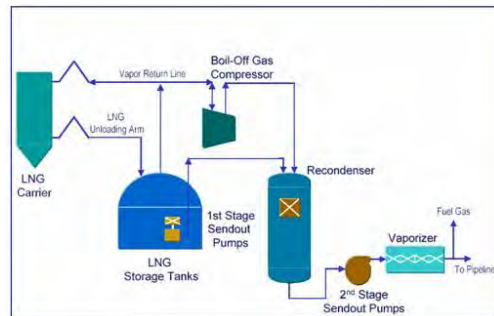
LNG Carrier yang digunakan dalam distribusi LNG tergolong dalam kapal tanker bertenaga diesel yang memiliki penyusunan bangunan berupa logam besi/baja. Kapal LNG memiliki tangki kargo yang terisolasi dengan desain lambung ganda. Lambung kapal ganda menyediakan lokasi untuk *ballast* terpisah dan memberikan perlindungan yang baik pada tangki kargo sehingga tidak terjadi *boil off gas* yang tinggi. *Boil off rate gas* rata-rata sebesar 0,30% per hari. Lambung ganda pada LNG Carrier memiliki peran penting untuk menjaga suhu dari tangki kargo LNG karena akan diberikan definisi *heel management* yang dapat digunakan untuk mempertahankan temperatur, tekanan, dan menyiram tangki agar dingin pada proses loading LNG selanjutnya. (Institute For Energy, 2003). Berdasarkan benchmarking yang dilakukan Grose dan Flaherty (2007), untuk setiap kapal LNG direkomendasikan untuk membawa lebih 3,5% muatan LNG, tergantung pada *boil off rate*, kargo, dan *heel management*. Bahan penyusun bangunannya terbuat dari *mild steel* karena *high tensile steel* tidak sesuai dengan suhu yang sangat rendah.



Gambar 1.5 LNG Carrier (Sumber : What is Required to Bring LNG to Hongkong, *Environmental Impact Assesment Ordinance*, Hongkong Government,2006)

2.6 LNG Receiving Terminal

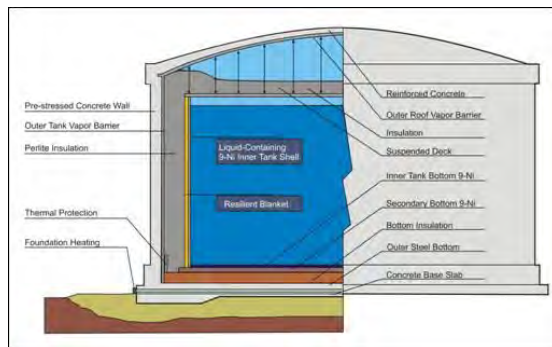
Menjelang rantai pasok LNG terdapat *receiving terminal* dimana dibangun fasilitas dermaga laut untuk bongkar muat LNG, tangki khusus penyimpanan LNG, peralatan proses regasifikasi, dan infrastruktur lain.



Gambar 1.6 LNG Receiving Terminal Component and Process (Sumber : What is Required to Bring LNG to Hongkong, *Environmental Impact Assesment Ordinance*, Hongkong Government, 2006)

Receiving terminal biasanya membutuhkan 30-40 hektar lahan untuk membangun infrastruktur seperti (Institute For Energy, 2003) :

1. Pelabuhan pembongkaran LNG
2. Area Process
3. Tangki khusus penyimpanan LNG, yang terdiri dari beberapa jenis seperti *Shop Fabricated Tank*, *Field Erected Cylindrical Tank*, dan *Full Containment Tank*. Untuk *full containment tank*, digunakan tangki diatas tanah yang terbuat dari material kriogenik seperti baja nikel, paduan aluminium, atau beton. Tangki ini memiliki tangki penghalang uap yang terbuat dari bahan baja karbon yang mengandung sistem isolasi dan tekanan uap dari tangki utama.



Gambar 1.7 Full Containment LNG Storage Tank (Sumber : What is Required to Bring LNG to Hongkong, *Environmental Impact Assessment Ordinance, Hongkong Government, 2006*)

4. Sistem pemompaan bertekanan rendah dan tinggi
5. Area regasifikasi
6. Maintenance Workshop
7. Gedung Administrasi
8. Area utilitas
9. Ruang Kontrol
10. Infrastruktur pegawai

2.7 Pemodelan dan Simulasi

Dalam Subbab ini dijelaskan mengenai model dan simulasi.

2.7.1 Model

Model merupakan gabungan logika, aspek struktural, dan matematis dari sebuah sistem atau suatu proses yang memperhatikan pengaruh faktor-faktornya secara signifikan dari masalah yang dihadapi. Dalam membangun model harus dilakukan dengan cermat dan cukup detail sehingga apa yang dipelajari dari model tersebut tidak akan berbeda dari apa yang dapat dipelajari apabila bersentuhan langsung dengan sistem nyata. Kriteria model yang baik yaitu mudah dimengerti, memiliki tujuan yang jelas, mengandung pemecahan masalah yang jelas, dan mudah dikontrol serta dimanipulasi oleh pengguna model.

Pemodelan adalah proses menghasilkan model, dimana model tersebut merupakan representasi dari struktur dan sistem yang bekerja (Andradottir, Healy,

Withers, & & Nelson, 1997). Untuk mengetahui apakah model yang dibuat tidak berbeda dengan sistem nyata, maka diperlukan proses verifikasi dan validasi.

Verifikasi merupakan proses pemeriksaan apakah logika operasional model (program komputer) sesuai dengan logika diagram alur. Kalimat sederhanya, apakah ada kesalahan dalam program? (Hoover & Perry, 1989). Verifikasi memeriksa penerjemahan model konseptual ke dalam bahasa pemrograman secara benar (Law & Kelton, 2000). Sedangkan validasi adalah proses penentuan apakah model adalah representasi akurat dari sistem nyata yang sedang dimodelkan (Law & Kelton, 2000).

Tujuan dari pemodelan sistem yaitu :

1. Mempersingkat waktu percobaan
2. Lebih murah dan meminimasi sumber daya yang harus dikeluarkan
3. Resiko lebih kecil
4. Menjelaskan, memahami, dan memperbaiki sistem
5. Mengetahui performansi dan informasi yang ditunjukkan oleh sistem

2.7.2 Simulasi

Simulasi adalah imitasi dari proses operasi yang ada di dunia nyata atau sistem pada suatu waktu. Simulasi juga metode digunakan untuk meniru perilaku suatu sistem, kadang dilakukan menggunakan komputer dengan software yang sesuai (Law & Kelton, 2000). Hal tersebut membuat metode simulasi dapat digunakan dalam menyelesaikan permasalahan sistem dimana terdapat suatu kompleksitas didalamnya. Kompleksitas ini ditandai dengan adanya variabilitas dan interdependensi. Variabilitas yaitu terdapatnya variabel-variabel keputusan yang banyak dan beragam. Interdependensi yaitu adanya keterkaitan antara variabel keputusan maupun komponen penyusun sistem.

Terdapat beberapa jenis simulasi yang masing-masing digunakan pada jenis sistem yang sesuai, antara lain yaitu (Law & Kelton, 2000)

1. Simulasi statis dan dinamis

Simulasi yang dibedakan berdasarkan pengaruh terhadap waktu. Simulasi statis merupakan simulasi pada suatu sistem yang tidak mempunyai pengaruh besar terhadap waktu. Salah satu penggunaan umum dari simulasi statis adalah

menggunakan bilangan random untuk menyelesaikan permasalahan, biasanya stokastik dan bergulirnya waktu tidak mempunyai peran. Sedangkan simulasi dinamis adalah simulasi suatu sistem yang memiliki pengaruh besar terhadap waktu, contohnya simulasi dari mesin yang bekerja 40 jam per minggu.

2. Simulasi kontinu dan diskrit

Simulasi yang dibedakan berdasarkan perubahan tiap satuan waktu. Simulasi diskrit adalah simulasi dimana variabel dari sistem dapat berubah-ubah pada titik-titik waktu tertentu. Kebanyakan dari sistem manufaktur dimodelkan sebagai simulasi kejadian dinamis, diskrit stokastik dan menggunakan variabel random untuk memodelkan rentang kedatangan, antrian, proses, dan sebagainya. Sedangkan simulasi kontinu adalah simulasi dimana variabel berubah-ubah terus menerus dalam skala waktu tertentu, sebagai contoh aliran fluida dalam pipa, atau terbangnya pesawat udara.

3. Simulasi stokastik dan deterministik

Simulasi yang dibedakan berdasarkan sifat probabilistik. Simulasi deterministik merupakan simulasi pada suatu sistem yang tidak mengandung variabel yang bersifat probabilistik. Model simulasi stokastik adalah simulasi yang memiliki variabel yang bersifat probabilistik. Keluaran dari model simulasi stokastik adalah random dan oleh karenanya hanya merupakan perkiraan dari karakteristik sesungguhnya dari model. Maka diperlukan beberapa kali menjalankan model, dan hasilnya hanya merupakan perkiraan dari performansi yang diharapkan dari model atau sistem yang diamati.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

Pada tahap metodologi ini akan diuraikan langkah-langkah sistematis dan terarah yang akan dijadikan acuan sebagai kerangka penelitian perancangan model penentuan konsep rencana operasional pada pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan. Metodologi penelitian terdiri dari identifikasi masalah, studi literatur, perancangan model, pengujian model, dan kesimpulan. Urutan metodologi ditunjukkan pada *flowchart* di Gambar 3.1

3.1 Identifikasi Masalah dan Studi Literatur

Pada tahap identifikasi masalah akan dilakukan identifikasi terhadap latar belakang, perumusan masalah, penentuan tujuan, ruang lingkup, dan manfaat. Studi literatur dilakukan dengan tujuan mengumpulkan referensi yang berkaitan dengan LNG, transportasi perairan, rantai pasok LNG, pemodelan, dan simulasi sehingga didapatkan informasi dan teori-teori penunjang yang berkaitan dengan permasalahan yang akan diteliti. Informasi tersebut diperoleh dari beberapa buku, studi-studi terdahulu, maupun jurnal serta beberapa artikel mengenai distribusi LNG.

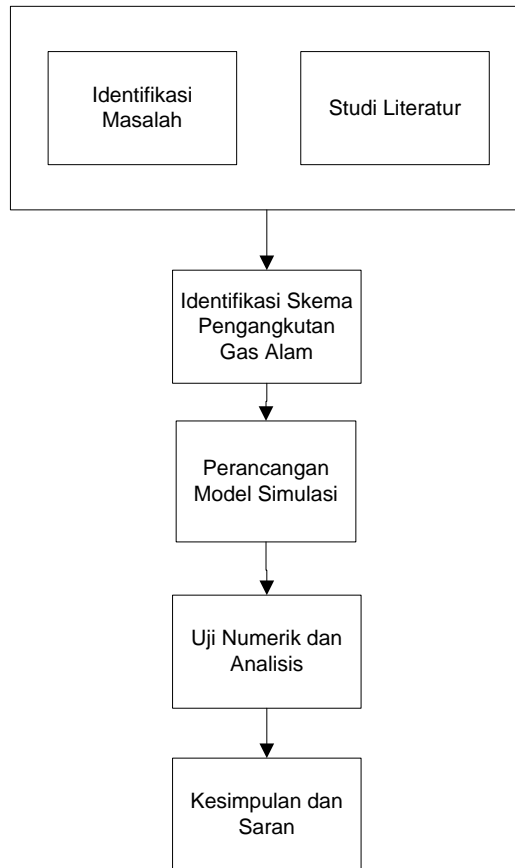
3.2 Identifikasi Skema Pengangkutan Gas Alam

Pada tahapan ini dilakukan identifikasi skema pengangkutan gas alam yang terdiri dari karakteristik pengangkutan gas alam serta model konseptual. Pada karakteristik pengangkutan dianalisis ketidakpastian dan batasan dalam operasional pengangkutan gas alam. Sedangkan pada model konseptual dijelaskan parameter dan variabel yang berhubungan.

3.3 Perancangan Model Simulasi

Berupa tahapan-tahapan detail dalam merancang model simulasi hingga evaluasi performansi dari perencanaan keputusan strategis. Pada setiap tahap,

dijelaskan logika model beserta formulasi matematis dari variabel dan parameter yang berhubungan.



Gambar 1.1 *Flowchart Metodologi Penelitian (Sumber : diolah penulis)*

3.4 Uji Numerik dan Analisis

Pada tahapan ini akan dilakukan pengujian model pada dengan dengan data yang *digenerate*. Data hasil *generate* mempertimbangkan kondisi nyata dan karakteristik dari sistem pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan. Dari hasil pengujian, kemudian dianalisis terhadap performansi perencanaan keputusan strategis serta model yang telah dirancang.

3.5 Kesimpulan dan Saran

Tahapan ini berupa penarikan kesimpulan akhir dari perancangan model penentuan konsep rencana operasional dalam pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV

IDENTIFIKASI SKEMA PENGANGKUTAN GAS ALAM DAN PERANCANGAN MODEL

Dalam bab ini akan dijelaskan tahapan dalam pengembangan rencana operasional pada pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan. Tahapan tersebut yaitu penjelasan mengenai identifikasi skema pengangkutan gas alam dan perancangan model. Identifikasi skema pengangkutan gas alam terdiri dari identifikasi karakteristik pada pengangkutan gas alam melalui transportasi pada daerah perairan dan model konseptual. Sedangkan perancangan model terdiri detail tahapan-tahapan perancangan konsep keputusan strategis pada pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan.

4.1 Karakteristik Pengangkutan Gas Alam melalui Transportasi Perairan

Pengangkutan gas alam dari sumber atau kilang gas menuju konsumen dapat dilakukan melalui pipa, transportasi darat, atau transportasi laut. Seperti yang telah dibahas pada bab 1, pengangkutan gas alam melalui pipa tidak dapat memberikan rute yang fleksibel. Sedangkan melalui transportasi darat tidak efisien dalam segi volume penyimpanan saat pengangkutan. Sehingga dalam penelitian ini akan dibahas pengangkutan gas alam melalui transportasi laut atau perairan dengan moda transportasi kapal. Pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan memiliki karakteristik tertentu yang berbeda dibandingkan pengangkutan gas alam dalam bentuk lain. Karakteristik tersebut antara lain yaitu:

- Bentuk Gas Alam

Distribusi gas alam melalui transportasi perairan diangkut dalam bentuk gas alam cair atau yang disebut dengan LNG (*Liquified Natural Gas*). LNG diangkut dengan kapal khusus LNG *Carrier* yang memiliki karakteristik tertentu yang mampu menyimpan LNG untuk mengurangi peluang untuk terjadi *boil-off* (penguapan). Pada tujuan pengiriman, LNG dibongkar pada *receiving terminal*

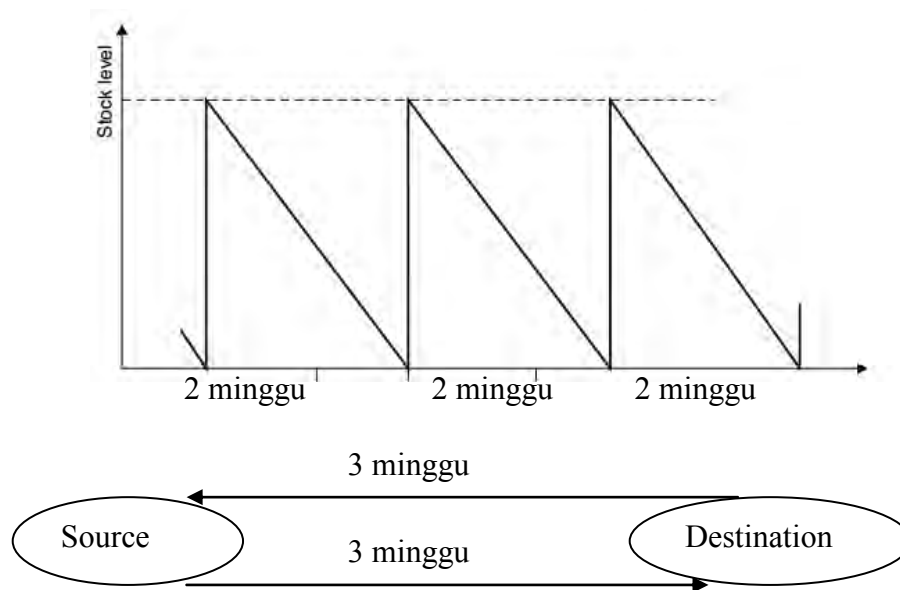
untuk kemudian dilakukan proses regasifikasi sehingga LNG kembali menjadi berbentuk gas.

- **Infrastruktur Operasional**

Dalam mengoperasikan pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan, maka hal yang paling mendesak adalah membangun infrastruktur utama yaitu terminal penerima LNG, tangki penampung LNG, kilang regasifikasi, jaringan pipa distribusi, dan kapal-kapal pengangkut LNG. Dengan adanya tekad pemerintah Indonesia untuk mendorong penggunaan bahan bakar gas alam untuk keperluan dalam negeri, seperti yang dirumuskan pada Peraturan Presiden Nomor 05/2006, menyebabkan perlunya penggunaan kapal-kapal LNG *Carrier* kecil untuk pengangkutan LNG di Indonesia di masa mendatang. Berdasarkan data dari *Groupe International des Importateurs de Gaz Naturel Liquéfié* (G.I.I.G.N.L.), sampai sekarang Indonesia belum memiliki satu pun kapal LNG *Carrier*. Maka dari itu dalam penentuan ukuran moda transportasi kapal LNG dapat dilakukan dengan membangun kapal baru atau menyewa kapal yang tersedia.

- **Batasan Jumlah Kapal dan Besarnya Biaya yang Dikeluarkan**

Dalam sistem *replenishment* pada industri yang menggunakan moda transportasi darat, ketika *order* pengiriman dilakukan maka transporter diasumsikan selalu tersedia untuk melakukan pengiriman. Berikut diilustrasikan kondisi *lead time* yang lebih besar dari *stock cycle* dimana sering ditemui pada kasus industri yang menggunakan moda transportasi darat.



Gambar 4.1 Ilustrasi *Lead Time* lebih besar dari *Stock Cycle*

Pada ilustrasi diatas, diilustrasikan bahwa *stock cycle* sebesar 2 minggu dan *lead time* sebesar 3 minggu. Dengan *stock cycle* yang lebih kecil dari *lead time*, maka akan selalu ada *order* pengiriman selanjutnya ketika transporter pada *order* pengiriman sebelumnya belum sampai. Perjalanan transporter untuk berangkat ke tujuan dan kembali ke *source* selama 6 hari, sedangkan setiap 2 minggu harus ada transporter yang berangkat dari *source*. Maka dari itu diperlukan avaibilitas pada transporter ketika *order* pengiriman selanjutnya dilakukan. Dengan kondisi tersebut maka jumlah transporter pada model sistem *replenishment* transportasi darat seringkali diasumsikan tidak terbatas.

Namun hal ini berbeda pada transportasi perairan, dengan besarnya nilai investasi untuk kapal, jumlah transporter perairan tidak dapat begitu saja ditambah ketika dibutuhkan untuk dilakukan *order* pengiriman. Hal ini menambahkan batasan operasional berupa jumlah transporter yang dapat digunakan dalam perencanaan pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan.

- Ketidakpastian pada Operasional

Jika ditinjau dari teknis operasional, transportasi melalui daerah perairan memiliki lebih banyak ketidakpastian dibanding moda transportasi lain. Ketidakpastian tersebut antara lain yaitu kecepatan kapal di perairan laut maupun sungai, waktu bongkat muat muatan, dan sebagainya. Kecepatan yang berubah-

ubah dapat menyebabkan panjang *lead time* pengiriman semakin lama maupun semakin cepat. Ketidakpastian perlu untuk dipertimbangkan agar mengurangi kemungkinan terjadi *shortage* karena keterlambatan pengiriman.

- Batasan Kondisi Geografis

Indonesia memiliki kawasan yang strategis dalam dunia pelayaran dimana Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia. Maka dari itu, pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan menjadi potensi yang besar untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Kondisi perairan di Indonesia yang dapat dilalui kapal LNG *Carrier* antara lain yaitu lautan dan sungai. Untuk perairan sungai, terdapat kondisi yang menjadi batasan untuk kapal berlayar yaitu kedalaman sungai, lebar sungai, tinggi kapal yang diperbolehkan, kecepatan kapal di sungai, serta *time window* kapal diperbolehkan berlayar. Kedalaman, lebar, dan tinggi yang diperbolehkan melalui sungai memberikan batas maksimum ukuran kapal yang dapat melewati. Selain itu, di beberapa daerah terdapat batasan maksimum tinggi bangunan yang diperbolehkan untuk dibangun. Hal ini memberikan batasan pada pembangunan tangki.

- Docking Kapal

Docking Kapal adalah suatu peristiwa pemindahan kapal dari air/laut ke atas *dock* dengan bantuan fasilitas *docking*/pengedockan. Untuk melakukan pengedokan kapal ini, harus dilakukan persiapan yang matang dan berhati-hati mengingat spesifikasi kapal yang berbeda-beda. Kegiatan *docking* diatur berdasarkan Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Laut Nomor HK.103/1/4/DJPL-14. Pada peraturan tersebut Bab II Pasal 4, disebutkan pengedokan dilakukan untuk pemeriksaan kapal dalam rangka sertifikasi keselamatan, yang terdiri dari :

1. Pemeriksaan pembaharuan (*renewal survey*), meliputi
 - a. Pemeriksaan kondisi struktur bangunan kapal termasuk pemeriksaan kondisi kulit luar bagian bawah kapal,
 - b. Permesinan dan perlengkapannya untuk memastikan bahwa tetap memenuhi persyaratan
2. Pemeriksaan antara (*intermediate survey*), meliputi

- a. Pemeriksaan kondisi struktur kapal termasuk pemeriksaan kondisi kulit luar bagian bawah kapal
- b. Boiler dan peralatan bertekanan lainnya
- c. Permesinan dan perlengkapannya
- d. Perlengkapan kemudi
- e. Semua yang terkait dengan pengendalian dan instalasi listriknya
- f. khusus, untuk kapal tanker, pemeriksaan harus juga meliputi pump rooms, ruang muatan, bunker, dan sistem pipa ventilasi termasuk peralatan keselamatannya dan pengujian ketahanan insulasi terhadap instalasi listrik di daerah berbahaya

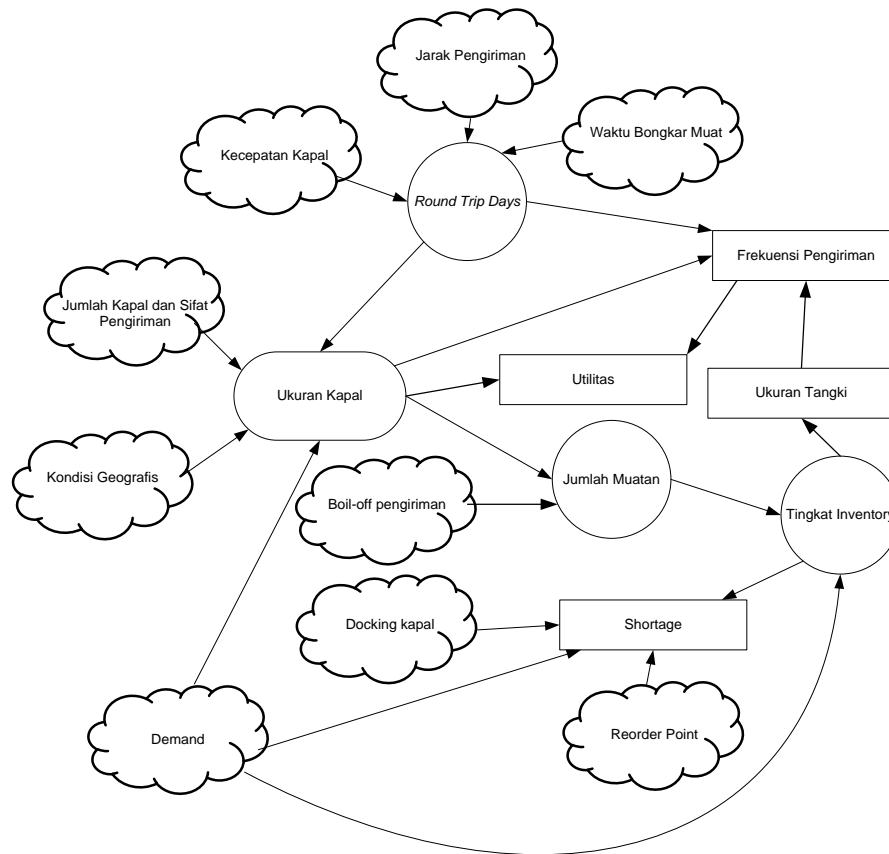
Setiap kapal wajib melakukan pengedokan sesuai dengan jadwal yang ditentukan untuk pelaksanaan pemeliharaan. Aturan *docking* kapal penumpang yaitu *renewal survey* setiap 1 tahun sekali. Aturan mengenai *docking* kapal selain kapal penumpang dibedakan menjadi dua. Untuk Kelas A-90, *renewal survey* wajib dilakukan setiap 4 tahun, sedangkan *intermediate survey* tiap dua tahun. Sedangkan untuk kapal kelas A-100, *renewal survey* wajib setiap 5 tahun, sedangkan *intermediate survey* wajib dilakukan tiap antara tahun ke-2 dan ke-3. Kapal LNG merupakan kapal selain kapal penumpang, maka dari itu kapal wajib *docking* setiap 2 tahun sekali untuk kapal dengan tanda kelas A-90 dan setiap 2,5 tahun sekali untuk kapal dengan tanda kelas A-100.

Dengan adanya *docking* kapal, mempengaruhi dalam perencanaan operasional pengangkutan gas alam. Selama *docking*, kapal tidak dapat melakukan operasional pengangkutan gas alam. Dengan berkurangnya jumlah kapal akibat *docking* selama periode tertentu, terdapat hal kritis yang mungkin dapat terjadi seperti kekurangan stok pada tujuan.

Dengan berbagai karakteristik, ketidakpastian, serta batasan pada operasional pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan, maka akan dikembangkan sebuah model dalam penentuan konsep keputusan strategis terkait pada pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan. Hubungan keterkaitan ini akan digambarkan dalam model konseptual dan pengembangan model pada Subbab 4.2 dan Subbab 4.3.

4.2 Model Konseptual

Model konseptual dibuat untuk menggambarkan permasalahan dan hubungan antar parameter dan variabel yang digunakan. Model konseptual pengangkutan gas alam melalui transportasi laut dijelaskan pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Model Konseptual Pengangkutan Gas Alam melalui Transportasi Perairan

Parameter input digambarkan dalam node berbentuk awan. Terdapat 8 jenis parameter input berupa *demand*, kondisi geografis, jumlah kapal dan sifat pengiriman, *docking* kapal, kecepatan kapal, *boil-off* pengiriman, waktu bongkar muat, dan *reorder point*. Pada parameter *demand*, semakin meningkat *demand* akan menyebabkan variabel tingkat *inventory* semakin meningkat yang berakibat pula pada meningkatnya kapasitas ukuran tangki. Kondisi geografis mempengaruhi variabel ukuran kapal pada karena kedalaman dan lebar perairan menjadi batasan kapal yang dapat melewati perairan tersebut. Semakin dalam dan

lebar kondisi perairan, semakin besar pula ukuran kapal yang dapat melewati. Parameter kecepatan kapal dan waktu bongkar muat mempengaruhi variabel *round trip days* kapal. Kecepatan kapal dan waktu bongkar muat yang stokastik, dapat menyebabkan *round trip days* lebih cepat ketika kecepatan dan waktu bongkar muat juga lebih cepat. Parameter *boil-off* berbanding terbalik terhadap jumlah muatan. Semakin besar *boil-off* yang dihasilkan, semakin kecil jumlah muatan yang dikirimkan. Parameter *reorder point* mempengaruhi kemungkinan *shortage* yang terjadi. Semakin besar *reorder point* maka memperkecil kemungkinan *shortage* yang disebabkan karena ketidakpastian pada perjalanan. Parameter *docking* kapal merupakan jadwal kapal tidak dapat beroperasi karena harus bersandar di pelabuhan. *Docking* menyebabkan tingkat utilitas kapal untuk beroperasi tidak dapat maksimum.

Variabel digambarkan dalam 3 node, yaitu node lingkaran untuk *state variable*, node persegi panjang untuk *response variable*, dan node lonjong untuk *decision variable*. *State variable* terdiri dari *round trip days*, jumlah muatan, dan tingkat *inventory*. *Response variable* terdiri dari utilitas kapal, *shortage* pada tujuan, *inventory status*, dan frekuensi pengiriman. *Decision variable* terdiri dari ukuran kapal dan ukuran tangki.

Variable tingkat *inventory* dipengaruhi oleh *demand* dan jumlah muatan. Variabel tingkat *inventory* mempengaruhi ukuran tangki yang akan digunakan. Semakin tinggi titik maksimum pada tingkat *inventory*, semakin besar pula ukuran tangki yang akan digunakan. Jumlah muatan dipengaruhi ukuran kapal dan mempengaruhi tingkat *inventory* pada masing-masing tujuan yang dikirimkan muatan. Besar muatan yang dikirimkan akan menambah tingkat *inventory* pada tujuan pengiriman. *Round trip days* kapal dipengaruhi oleh kecepatan kapal, waktu bongkar muatan, dan jarak pengiriman. *Round trip days* mempengaruhi frekuensi pengiriman dan ukuran kapal. *Round trip days* berbanding lurus dengan ukuran kapal dan berbanding terbalik dengan frekuensi pengiriman.

Response variable merupakan kriteria performansi dari sistem. Utilitas kapal, *shortage* pada masing-masing tujuan, ukuran tangki, dan frekuensi pengiriman menjadi dasar dalam evaluasi perencanaan keputusan strategis

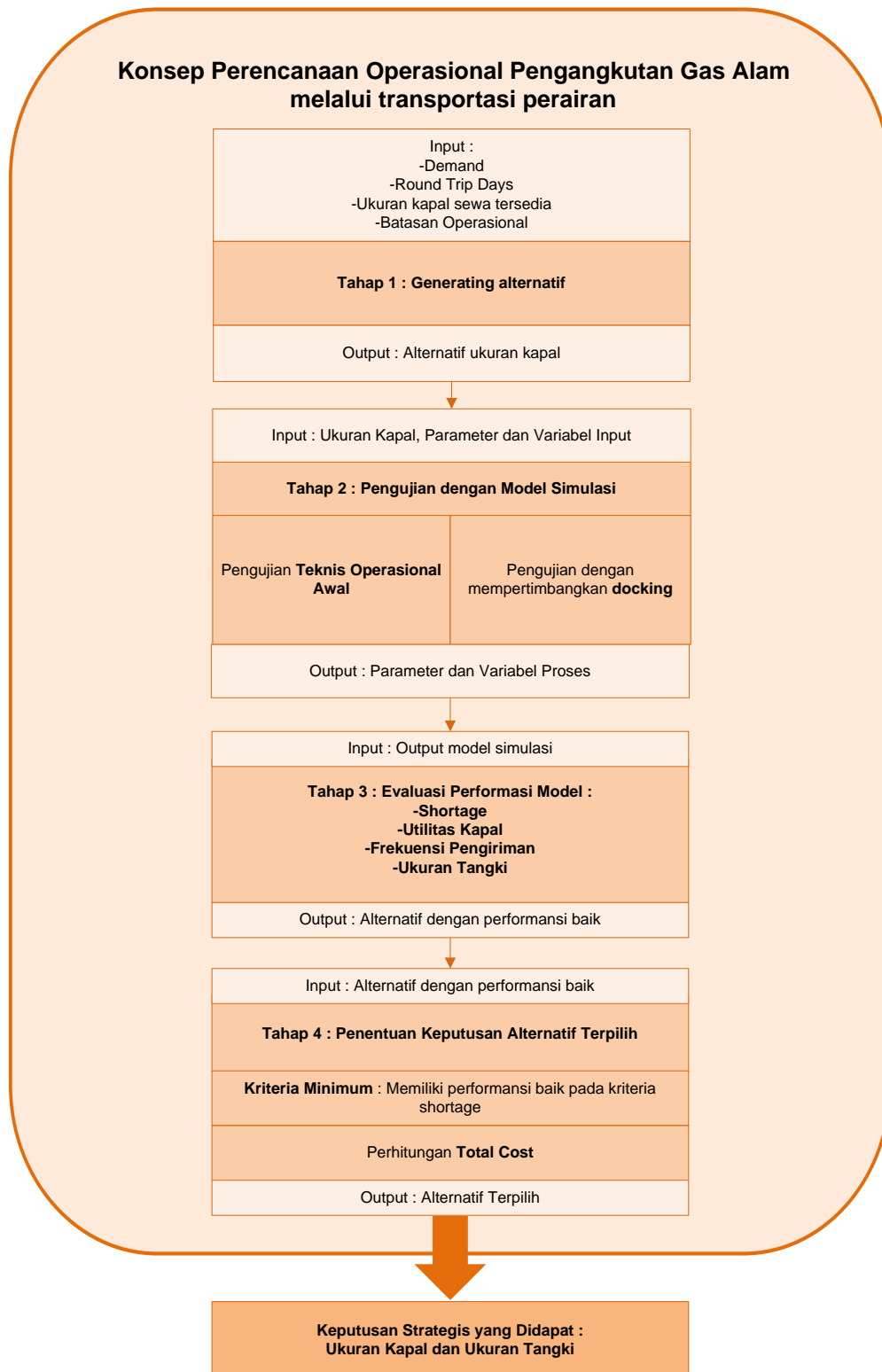
pengangkutan gas alam. Penjelasan mengenai kriteria performansi dijelaskan pada Subbab 4.3.4.

Variabel ukuran kapal mempengaruhi utilitas, jumlah muatan, dan frekuensi pengiriman. Ukuran kapal berbanding lurus dengan jumlah muatan dan berbanding terbalik dengan utilitas kapal dan frekuensi pengiriman.

Karena pada model terdapat ketidakpastian, maka dari itu akan dikembangkan rencana operasional pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan dengan menggunakan model simulasi.

4.3 Perancangan Model

Dalam perancangan model penentuan konsep keputusan strategis terkait rencana operasional pada pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan, dibagi menjadi beberapa tahap yang dijelaskan pada Gambar 4.3.



Gambar 4.3 Tahapan Penentuan Konsep Keputusan Strategis Terkait Rencana Operasional

Tahap pertama adalah dengan menentukan alternatif ukuran kapal yang digunakan. Pada setiap alternatif ukuran kapal, dilakukan pengujian teknis operasional dan hasilnya dievaluasi berdasarkan kriteria performansi. Alternatif yang telah dievaluasi kemudian diujikan lebih lanjut dengan mempertimbangkan terjadinya *docking* kapal. Kemudian ditentukan alternatif dengan pertimbangan evaluasi performansi tersebut.

4.3.1 Notasi yang Digunakan

Berikut notasi yang digunakan dalam pengembangan model pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan :

Input

- D_j : *demand* tujuan pengiriman j
- Qa_k : kapasitas kapal k
- S_i : *supply source* awal pada periode i
- b_{ij}^k : besar *boiloff* pengiriman oleh kapal k pada tujuan j pada periode i
- LR_{ij}^k : kecepatan *loading* pada *loader* kepada kapal k untuk tujuan pengiriman j pada periode i
- ULR_{ij}^k : kecepatan *unloading* pada *unloader* dari kapal k untuk tujuan pengiriman j pada periode i
- RTD_j : round trip days pada tujuan pengiriman j
- VL_{ij}^k : kecepatan kapal k di laut untuk tujuan pengiriman j pada periode i
- VS_{ij}^k : kecepatan kapal k di sungai untuk tujuan pengiriman j pada periode i
- ML_j : jarak *source* awal ke tujuan pengiriman j melalui laut
- MS_j : jarak *source* awal ke tujuan pengiriman j melalui sungai
- SL : service level system
- α : tingkat *error* sistem; bernilai $(1-SL)$
- IT_i : jumlah *inventory source* awal di akhir periode i
- OH_i^j : *stock on hand* tujuan pengiriman j di akhir periode i
- ROP_j : *reorder point* pada tujuan pengiriman j

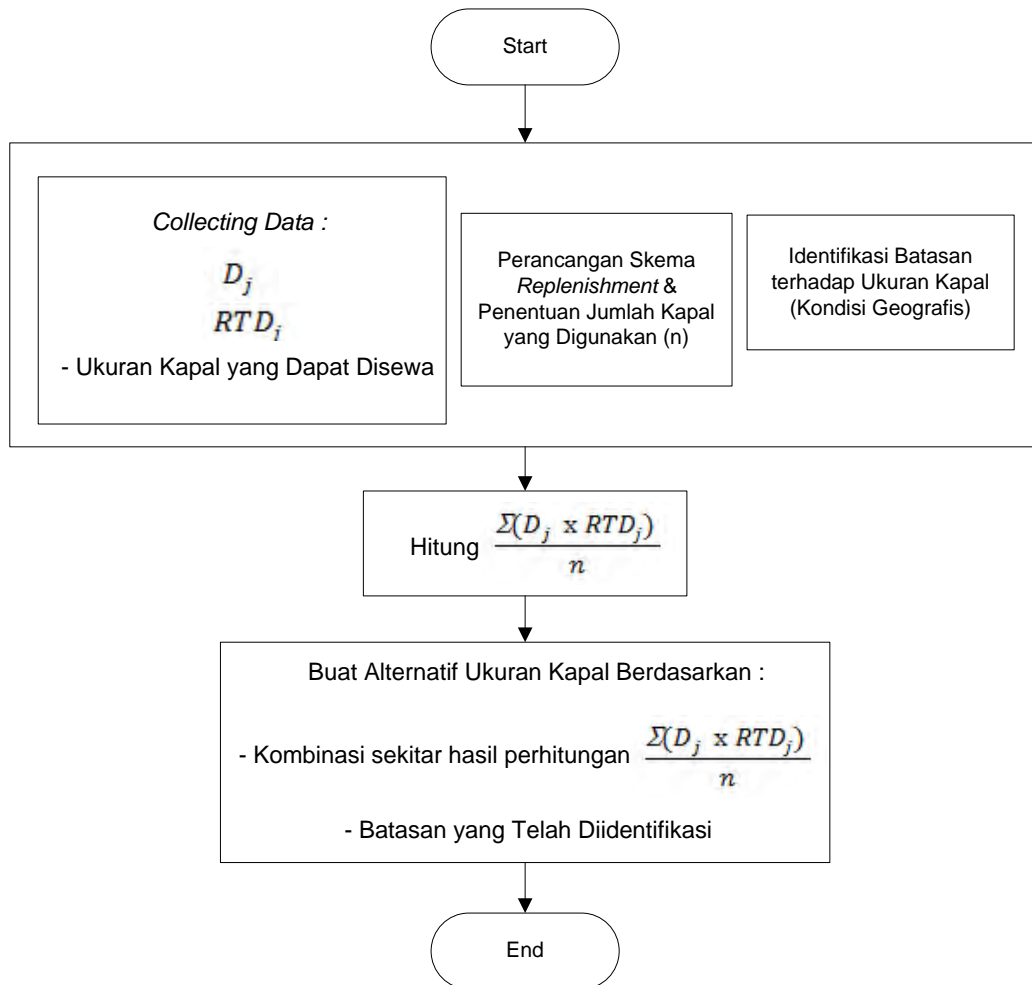
- SDI_j : safety days inventory pada tujuan pengiriman j

Proses

- Qb_{ik}^j : jumlah muatan yang diberikan oleh kapal k pada tujuan pengiriman j
- x_{ij}^k : bernilai 1 jika kapal k melakukan pengiriman untuk tujuan pengiriman j pada periode i, jika sebaliknya maka bernilai 0
- L_{ij}^k : bernilai 1 jika *loader* melakukan proses *loading* kepada kapal k untuk tujuan pengiriman j pada periode i, jika sebaliknya maka bernilai 0
- UL_{ij}^k : bernilai 1 jika *unloader* melakukan proses *unloading* dari kapal k untuk tujuan pengiriman j pada periode i, jika sebaliknya maka bernilai 0
- LT_{ij}^k : waktu proses *loading* pada *loader* kepada kapal k untuk tujuan pengiriman j pada periode i
- ULT_{ij}^k : waktu proses *unloading* pada *unloader* dari kapal k untuk tujuan pengiriman j pada periode i
- OO_i^j : *stock on order* tujuan pengiriman j pada periode i
- RAT_i^j : rasio *stock* terhadap *reorder point* tujuan pengiriman j pada periode i
- ST_{ij}^k : *sailing time* dari dari/menuju tujuan pengiriman j pada periode i oleh kapal k
- SH_i^j : status *shortage* untuk tujuan pengiriman j pada periode i, bernilai 1 jika terjadi *shortage* pada periode tersebut
- SHR_j : tingkat *shortage* untuk tujuan pengiriman j

4.3.2 Generating Alternatif

Generating alternatif dilakukan untuk menentukan ukuran-ukuran kapal yang digunakan dalam pengujian. Alternatif dibuat untuk mempertimbangkan ketersediaan kapal yang dapat disewa. Tahapan *generating* alternatif dalam pengangkutan gas alam melalui transportasi laut dijelaskan pada Gambar 4.4



Gambar 4.4 Tahapan *Generating Alternatif*

Tahap pertama adalah dengan mendapatkan data *demand*, *round trip days* pada tujuan pengiriman, serta data kapal yang tersedia untuk disewa. Kemudian ditentukan skema *replenishment* dan jumlah kapal yang digunakan, serta mengidentifikasi kondisi geografis berupa kedalaman, tinggi, dan lebar perairan untuk menentukan batasan ukuran kapal yang dapat melewati perairan tersebut. Dengan data yang telah didapatkan serta batasan yang telah diidentifikasi, alternatif didapatkan dengan mengkombinasikan hasil perhitungan *demand* x *round trip days* dibagi dengan jumlah kapal yang ditentukan.

Contoh ilustrasi *generating alternatif* adalah sebagai berikut.

Diketahui : $D_1 = 400 \text{ m}^3/\text{hari}$

$$D_2 = 300 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$RTD_1 = 3 \text{ hari (deterministik)}$$

$$RTD_2 = 4 \text{ hari (deterministik)}$$

Jenis investasi yang dapat digunakan adalah dapat dengan membangun maupun menyewa. Kapal yang dapat disewa berukuran 1000 m^3 dan 1300 m^3 . Skema pengiriman oleh kapal ke tujuan 1 dan 2 adalah *undedicated*. Jumlah kapal yang digunakan berjumlah 2 kapal. Kondisi geografis pada tujuan 1 menyebabkan ukuran kapal maksimum adalah 1400 m^3 .

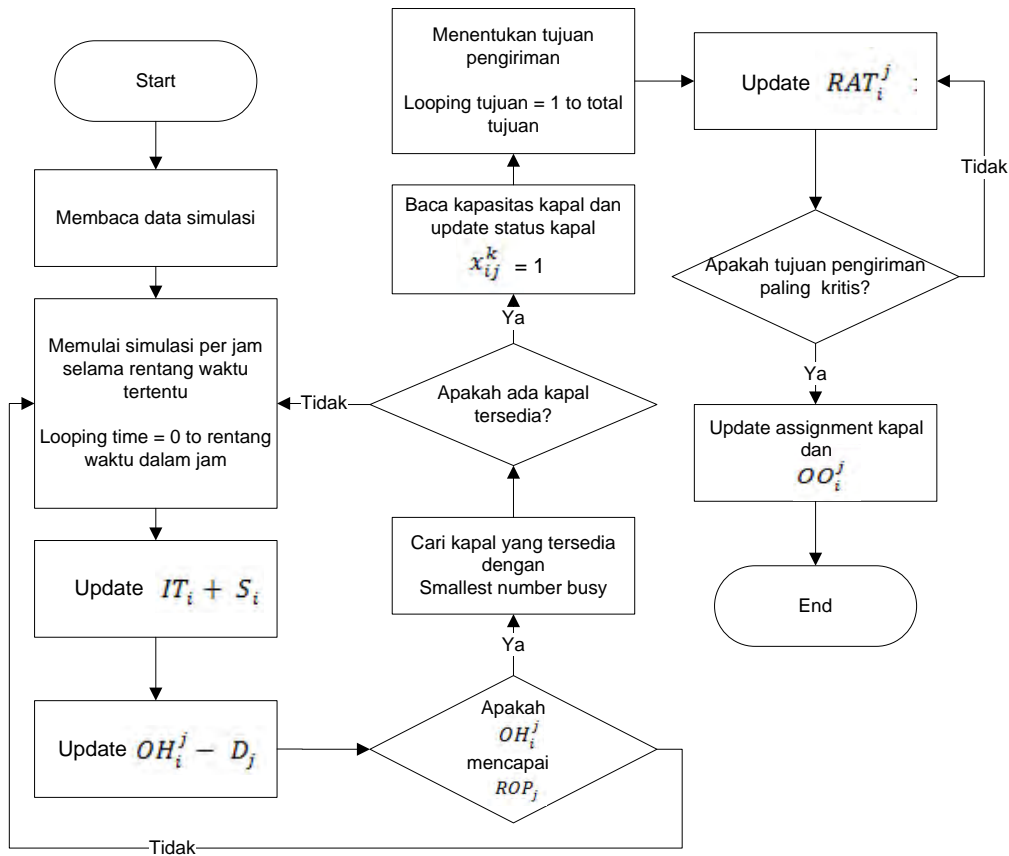
$$\frac{\sum(D_j \times RTD_j)}{n} = \frac{(400 \times 3) + (300 \times 4)}{2} = 1200$$

Sehingga kombinasi sekitar hasil perhitungan yang dapat dibuat dengan mempertimbangkan kapal sewa yang tersedia dan batasan ukuran kapal maksimum adalah kapal dengan ukuran 1000 m^3 (sewa) , 1100 m^3 (buat), 1200 m^3 (buat), 1300 m^3 (sewa), dan 1400 m^3 (buat). 2 buah kapal yang digunakan dapat memiliki ukuran yang sama maupun berbeda.

4.3.3 Model Pengujian

Dalam model pengujian dibagi menjadi 2 yaitu pengujian terhadap teknis operasional awal dan pengujian dengan mempertimbangkan *docking*. Pengujian terhadap teknis operasional awal dibagi menjadi 3 tahapan yaitu, tahap persiapan *sailing* kapal, tahap *loading* dan *sailing* menuju tujuan pengiriman, dan tahap *unloading* dan *sailing* menuju sumber pengiriman. Penjelasan setiap tahap akan dijelaskan lebih jelas melalui algoritma *assignment* dan formulasi model berikut:

4.3.3.1 Tahap 1 : Tahap Persiapan *Sailing* Kapal



Gambar 4.5 Algoritma Tahap Persiapan *Sailing* Kapal

Pada tahap 1, ditetapkan waktu horizon perencanaan dimana selama rentang waktu tersebut akan dilakukan *looping* dari waktu 0 hingga horizon perencanaan untuk meng-*update* data *inventory source* terhadap *supply* dan *inventory* tujuan pengiriman terhadap *demand*. Kemudian dilakukan pengecekan *stock on hand* tujuan terhadap *reorder point*. Ketika mencapai *reorder point*, setiap kapal di-*assign* ke tujuan pengiriman sesuai *smallest number busy*, yaitu kapal dengan tingkat kesibukan terendah. Kapal akan menentukan tujuan pengiriman dengan melakukan *looping* dari tujuan pengiriman 1 hingga tujuan pengiriman j untuk meng-*update* rasio stok tujuan terhadap *reorder point* setiap tujuan. Nilai rasio stok tujuan terhadap *reorder point* terkecil merupakan tujuan paling kritis yang menjadi tujuan pengiriman yang diprioritaskan. Kapal akan di-*assign* menuju tujuan tersebut dan dilakukan *update stock on order* pada tujuan pengiriman tersebut.

Formulasi matematis pada tahap 1 adalah sebagai berikut:

1. *Supply Inventory Source* Awal

Inventory pada akhir periode i merupakan penambahan dari *inventory* periode $i-1$ dengan *supply source* awal pada periode i .

$$IT_i = IT_{i-1} + S_i \quad (4.1)$$

2. *Stock On Hand* Tujuan Pengiriman

Stock On Hand pada akhir periode i tujuan j merupakan pengurangan dari *stock on hand* periode $i-1$ tujuan j dengan *demand* tujuan j pada periode i .

$$OH_i^j = OH_{i-1}^j - D_j \quad (4.2)$$

3. *Reorder point*

Reorder point merupakan titik dimana pengiriman akan dilakukan ke tujuan pengiriman. *Reorder point* dihitung dari *round trip days* menuju tujuan pengiriman j dikalikan *demand* tujuan j ditambahkan dengan *safety days inventory*. *Round trip days* dihitung dari *sailing time* dikalikan 2 pulang-pergi ditambah waktu *loading* di *source* awal dan waktu *unloading* ditujuan. *Safety Days Inventory* merupakan *stock on hand* tujuan sebesar *demand* selama beberapa hari tertentu yang digunakan untuk berjaga-jaga ketika terjadi ketidakpastian. Ketidakpastian tersebut dapat berupa *round trip days* yang bersifat stokastik maupun terjadinya kerusakan pada kapal.

$$RTD_j = (ST_{ij}^k \times 2) + LT_{ij}^k + ULT_{ij}^k \quad (4.3)$$

$$RTD_j = \left(\frac{\sum ML_j}{VL_{ij}^k} + \frac{\sum MS_j}{VS_{ij}^k} \right) \times 2 + \frac{Qa_k}{LR_{ij}^k} + \frac{Qb_k}{ULR_{ij}^k} \quad (4.4)$$

$$ROP_j = (RTD_j \times D_j) + SDI_j \quad (4.5)$$

Pengiriman pada periode i dilakukan ketika *stock on hand* tujuan pengiriman j pada periode i kurang dari atau sama dengan *reorder point*.

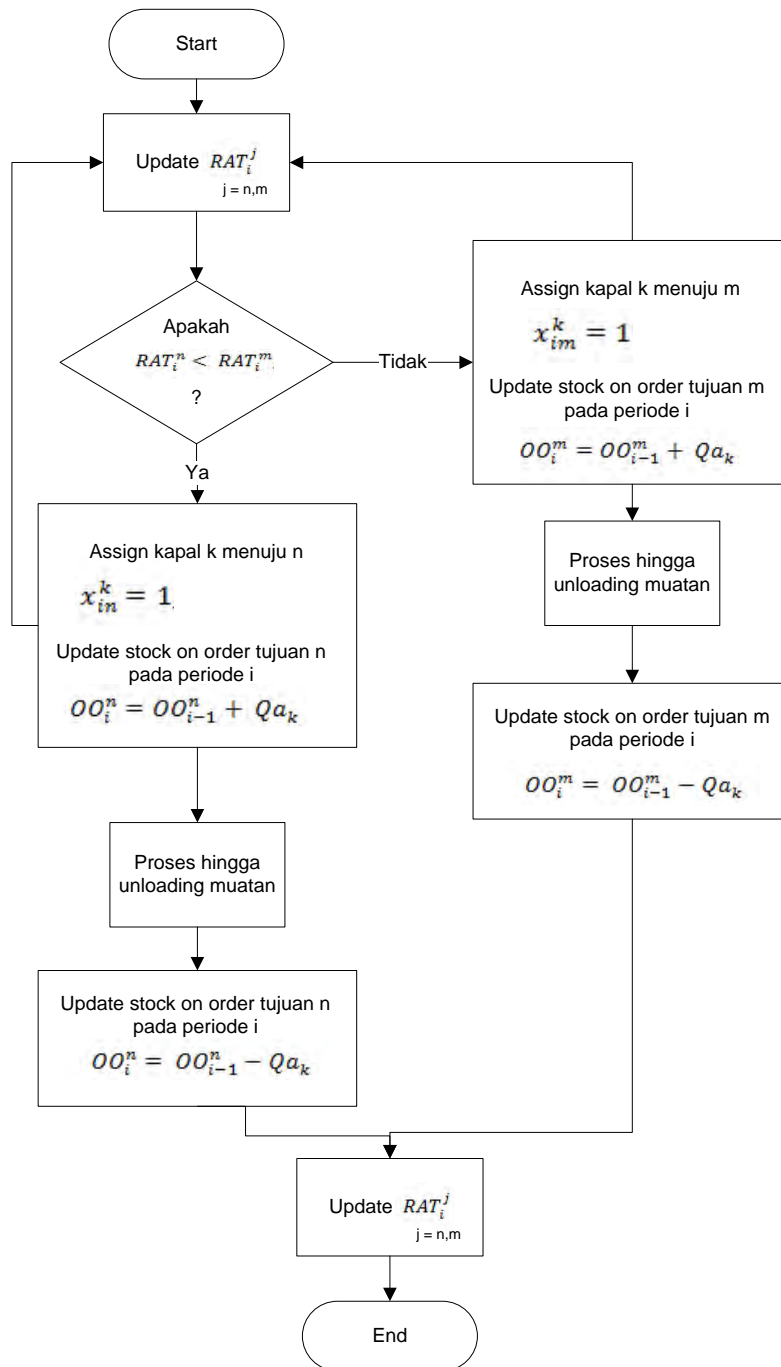
$$OH_i^j \leq ROP_j \quad (4.6)$$

4. Tujuan Pengiriman

Penentuan tujuan pengiriman berdasarkan *stock criticality* tujuan. Tujuan dengan stok paling kritis akan diprioritaskan untuk dilakukan pengiriman terlebih dahulu. Penentuan stok paling kritis didapatkan dengan rasio *stock* terhadap *reorder point* yaitu perbandingan *stock on hand* tujuan pengiriman j dan *stock on order* yang sedang diassign menuju tujuan pengiriman j dengan *reorder point* tujuan pengiriman j pada periode i .

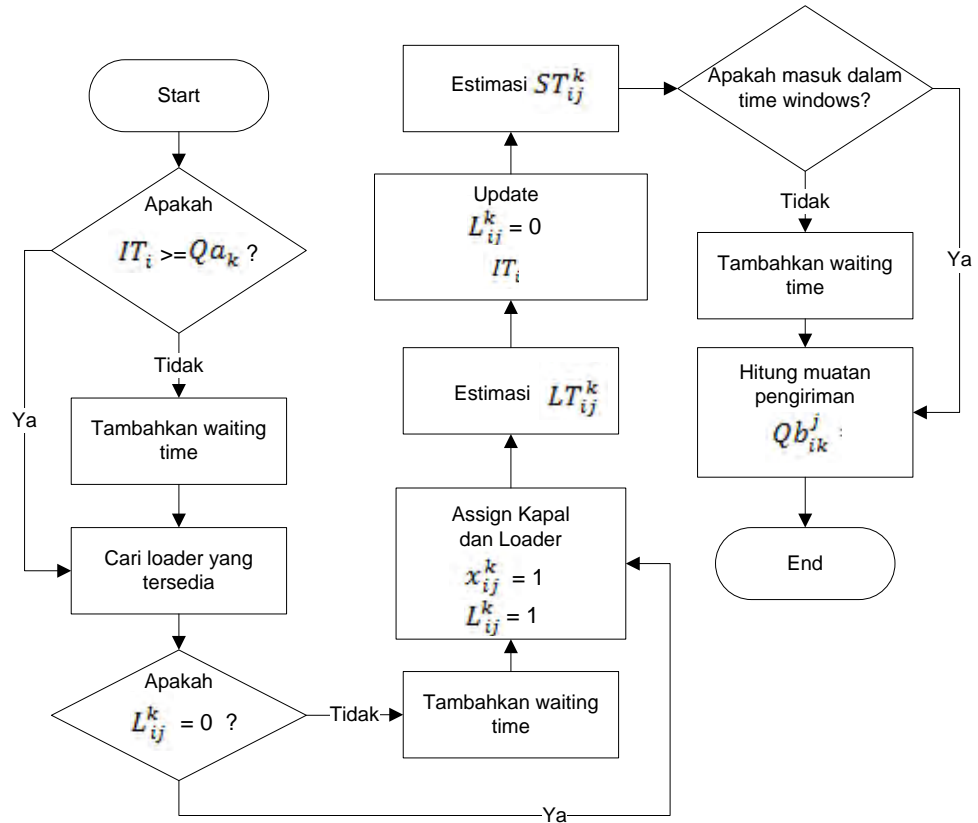
$$RAT_i^j = \frac{OH_i^j + OO_i^j}{ROP_j} \quad (4.7)$$

Stock on order dipertimbangkan dalam menentukan tujuan pengiriman agar tidak terjadi pengiriman ganda pada 1 tujuan pengiriman. *Stock on order* tujuan j pada periode i didapatkan dengan *stock on order* tujuan j pada periode $i-1$ ditambahkan muatan sebesar kapasitas kapal k . Ketika 1 kapal sedang dalam perjalanan mengirim ke tujuan pengiriman 1, maka rasio *stock* terhadap *reorder point* akan diperbarui sehingga kapal lainnya akan melihat tujuan lain yang lebih kritis untuk membutuhkan pengiriman. Ketika muatan telah diunloading, *stock on order* kembali dikurangi muatan sebesar kapasitas kapal k . Hal ini juga dapat mengantisipasi adanya batasan jumlah kapal yang dapat diassign.



Gambar 4.6 Penentuan Tujuan Pengiriman

4.3.3.2 Tahap 2 : Tahap *Loading* dan *Sailing* Menuju Tujuan Pengiriman



Gambar 4.7 Algoritma Tahap *Loading* dan *Sailing* Menuju Tujuan Pengiriman

Pada tahap 2, terdapat 2 proses utama yaitu *loading* muatan ke kapal dan perjalanan menuju tujuan pengiriman. Ketika *inventory source* awal kurang dari kapasitas kapal maka, kapal diassign untuk menunggu hingga *inventory source* awal sama dengan atau lebih besar dari kapasitas kapal. Begitu pula ketika *loader* sedang tidak tersedia, maka kapal diassign untuk menunggu hingga *loader* tersedia. Setelah *loader* tersedia, dilakukan proses *loading* selama estimasi waktu *loading* tertentu. Kemudian dilakukan *update* status *unloader* dan *inventory source* terhadap muatan *loading* kapal. Setelah proses *loading*, dilakukan perjalanan menuju tujuan pengiriman selama estimasi waktu *sailing* tertentu. Apabila dalam estimasi waktu *sailing* ke tujuan pengiriman masih berada dalam *time windows*, maka kapal diassign untuk melakukan pengiriman ke tujuan pengiriman tersebut. Sebaliknya apabila estimasi waktu berada diluar *time*

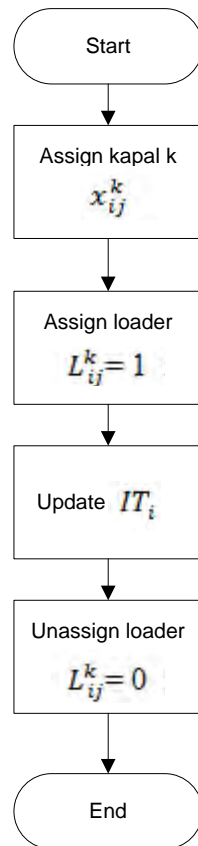
windows, kapal harus menunggu hingga waktu berada dalam *time windows* pada jam berikutnya.

Formulasi matematis pada tahap 2 adalah sebagai berikut:

1. *Loading* muatan

Jumlah muatan yang *diloading* dari *source* awal adalah sebesar kapasitas kapal k . *Inventory source* awal pada periode i akan dikurangi kapasitas kapal k yang *diassign* untuk melakukan pengiriman.

$$IT_i = IT_{i-1} + S_i - Qa_k \quad (4.8)$$



Gambar 4.8 *Loading* Muatan

2. *Loading time*

Loading time dihitung dari jumlah muatan *loading* kapal yaitu sebesar kapasitas kapal k dibagi dengan kecepatan *loading* oleh *loader* kepada kapal k untuk tujuan pengiriman j pada periode i .

$$LT_{ij}^k = \frac{Qa_k}{LR_{ij}^k} \quad (4.9)$$

3. *Boil-off* muatan

Pada pengiriman menuju tujuan pengiriman j , jumlah muatan awal yang dibawa akan berkurang karena *boiloff*. Jumlah muatan yang diberikan oleh kapal k menuju tujuan pengiriman j merupakan sebesar kapasitas kapal k dikurangi *boiloff* pengiriman oleh kapal k pada tujuan pengiriman j .

$$Qb_{ik}^j = Qa_k - b_{ij}^k \quad (4.10)$$

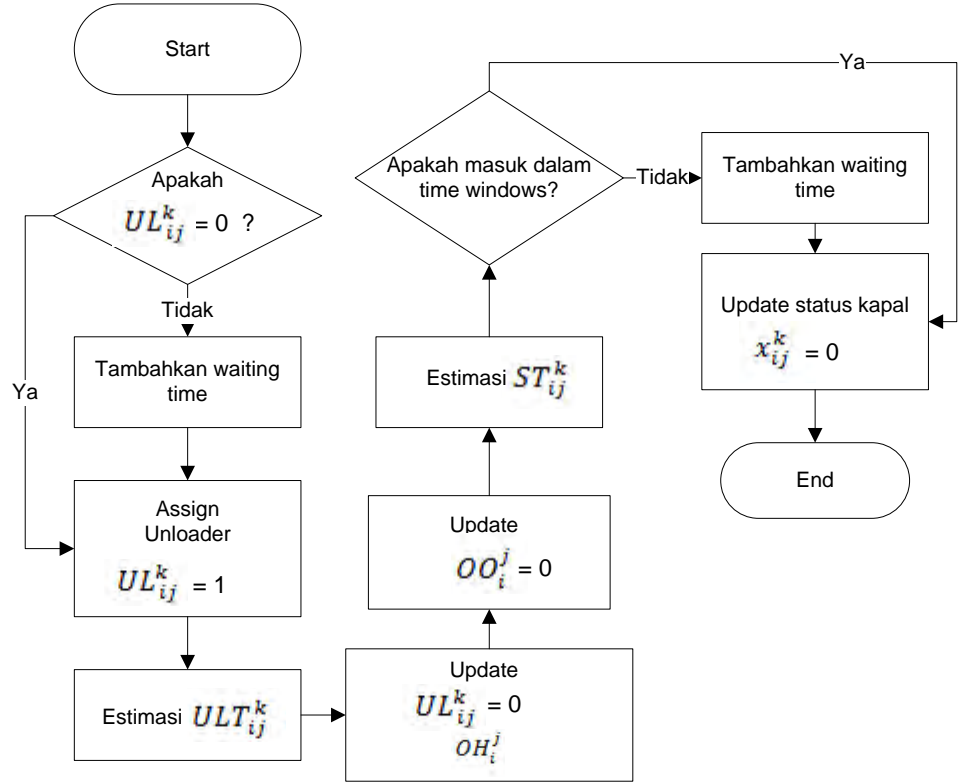
Muatan ini yang nantinya akan di*unloading* di tujuan pengiriman j .

4. *Sailing time*

Sailing time dihitung dari jarak *source* awal ke tujuan pengiriman j dibagi kecepatan kapal k pada periode i menuju tujuan pengiriman j , baik untuk daerah lautan maupun perairan.

$$ST_{ij}^k = \frac{\Sigma ML_j}{VL_{ij}^k} + \frac{\Sigma MS_j}{VS_{ij}^k} \quad (4.11)$$

4.3.3.3 Tahap 3 : Tahap *Unloading* dan *Sailing* Menuju *Source* Awal



Gambar 4.9 Algoritma Tahap *Unloading* dan *Sailing* Menuju *Source*

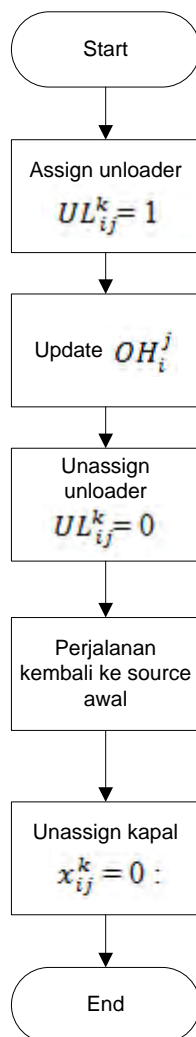
Pada tahap 3, terdapat 2 proses utama yaitu *unloading* muatan ke tangki tujuan pengiriman dan perjalanan menuju *source* awal. Pada proses *unloading* ditentukan estimasi waktu *unloading* oleh *unloader* tujuan pengiriman. Ketika *unloader* tujuan pengiriman sedang tidak tersedia, maka kapal diassign untuk menunggu hingga *unloader* tersedia. Setelah proses *unloading*, dilakukan *update* pada status *unloader* dan *stock on hand* tujuan. Selain itu, diupdate pula *stock on order* tujuan sehingga perhitungan rasio stok terhadap *reorder point* dapat diupdate pula. Setelah proses *unloading*, dilakukan perjalanan menuju *source* awal selama estimasi waktu *sailing* tertentu. Apabila dalam estimasi waktu *sailing* ke *source* awal masih berada dalam *time windows*, maka kapal diassign untuk melakukan pengiriman ke *source* awal. Sebaliknya apabila estimasi waktu berada diluar *time windows*, kapal harus menunggu hingga waktu berada dalam *time windows* pada jam berikutnya.

Formulasi matematis pada tahap 2 adalah sebagai berikut:

1. *Unloading* muatan

Jumlah muatan yang di*unloading* pada tujuan pengiriman j adalah sebesar jumlah muatan yang diberikan oleh kapal k menuju tujuan pengiriman j. *Stock On Hand* tujuan pengiriman j pada periode i akan ditambahkan jumlah muatan yang diberikan oleh kapal k menuju tujuan pengiriman j.

$$OH_i^j = OH_{i-1}^j - D_1 + Qb_{ik}^j \quad (4.12)$$



Gambar 4.10 *Unloading* Muatan

2. *Unloading time*

Unloading time dihitung dari jumlah muatan *unloading* kapal dibagi dengan kecepatan *unloading* oleh *unloader* kepada kapal *k* untuk tujuan pengiriman *j* pada periode *i*.

$$ULT_{ij}^k = \frac{Qb_k}{ULR_{ij}^k} \quad (4.13)$$

3. *Sailing time*

Sailing time dihitung dari jarak tujuan pengiriman *j* ke *source* awal dibagi kecepatan kapal *k* pada periode *i* menuju *source* awal, baik untuk daerah lautan maupun perairan.

$$ST_{ij}^k = \frac{\sum ML_j}{VL_{ij}^k} + \frac{\sum MS_j}{VS_{ij}^k} \quad (4.14)$$

4.3.3.4 Pengujian dengan Mempertimbangkan Docking

Pada model yang telah dibuat sebelumnya, dilakukan peningkatan *reorder point* selama beberapa periode sebelum *docking* dan selama kapal *docking*. Peningkatan *reorder point* selama beberapa periode sebelum *docking* bertujuan untuk meningkatkan level *stock on hand* tujuan agar mendekati *maximum inventory*, sehingga ketika kapal mulai *docking*, *stock on hand* masih aman berada di level yang tinggi. Sedangkan peningkatan *reorder point* selama kapal *docking* dilakukan agar kapal lainnya akan terus menerus melakukan pengiriman sehingga dapat menjaga level *stock on hand* seluruh tujuan pengiriman dan meminimasi kemungkinan terjadinya *shortage* hingga periode *docking* selesai.

4.3.4 Evaluasi Performansi

Evaluasi performansi teknis operasional dilakukan berdasarkan variabel respon dari sistem. Variabel respon merupakan output dari sistem yang bersifat dependen. Variabel respon mengukur performansi untuk mendapatkan nilai atau penentuan *decision variable* yang menghasilkan nilai yang baik pada sistem.

Seperti yang telah dijabarkan pada Subbab 4.2 , variabel respon pada sistem pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan akan dijelaskan pada Subbab berikut.

4.3.4.1 *Shortage* pada Tujuan Pengiriman

Shortage pada tujuan pengiriman berhubungan erat dengan *service level* dari konsumen. Sebuah sistem yang baik selalu berusaha meningkatkan *service level* setinggi mungkin. Pada sisi pelaku bisnis pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan, terjadinya *shortage* dapat mengurangi kepercayaan konsumen atas operasional bisnis tersebut. Sedangkan pada sisi konsumen, terjadinya *shortage* dapat menyebabkan bisnis konsumen terhambat karena pada umumnya gas alam merupakan sumber energi dalam operasional, contohnya seperti pada pembangkit listrik.

Service level ditentukan oleh pelaku bisnis pengangkutan gas alam dan konsumen. Semakin tinggi *service level* yang ditentukan, semakin mengecilkan kemungkinan terjadinya *shortage*. Terdapat 2 parameter penentuan *shortage* yaitu :

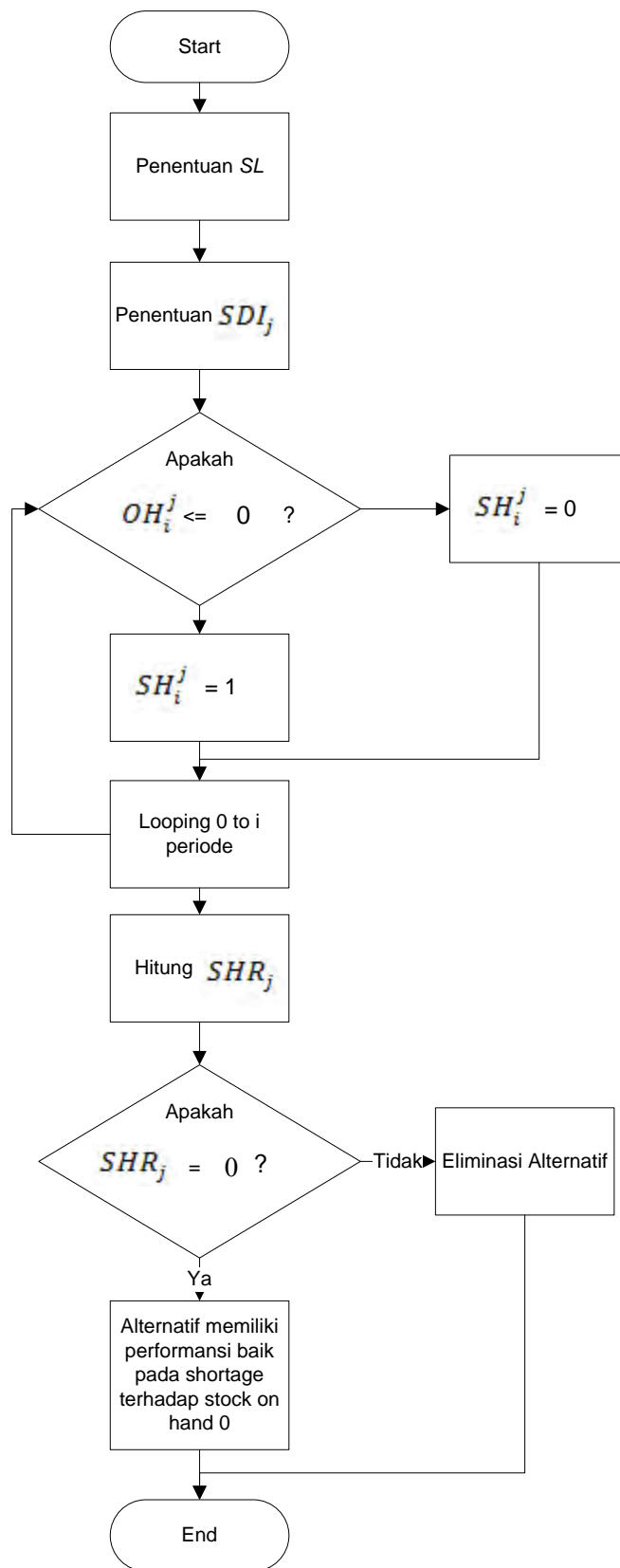
1. *Shortage* terhadap parameter *stock on hand* tujuan 0
2. *Shortage* terhadap parameter *safety days inventory*

Ketika *stock on hand* pada periode i kurang dari parameter penentuan *shortage*, maka status *shortage* bernilai 1, sebaliknya status *shortage* bernilai 0. Kemudian dihitung tingkat *shortage* dengan membagi total status *shortage* setiap periode dengan nilai maksimum periode pada horizon perencanaan yang ditentukan.

$$SHR_j = \frac{\sum SH_i^j}{\max(i)} \quad (4.15)$$

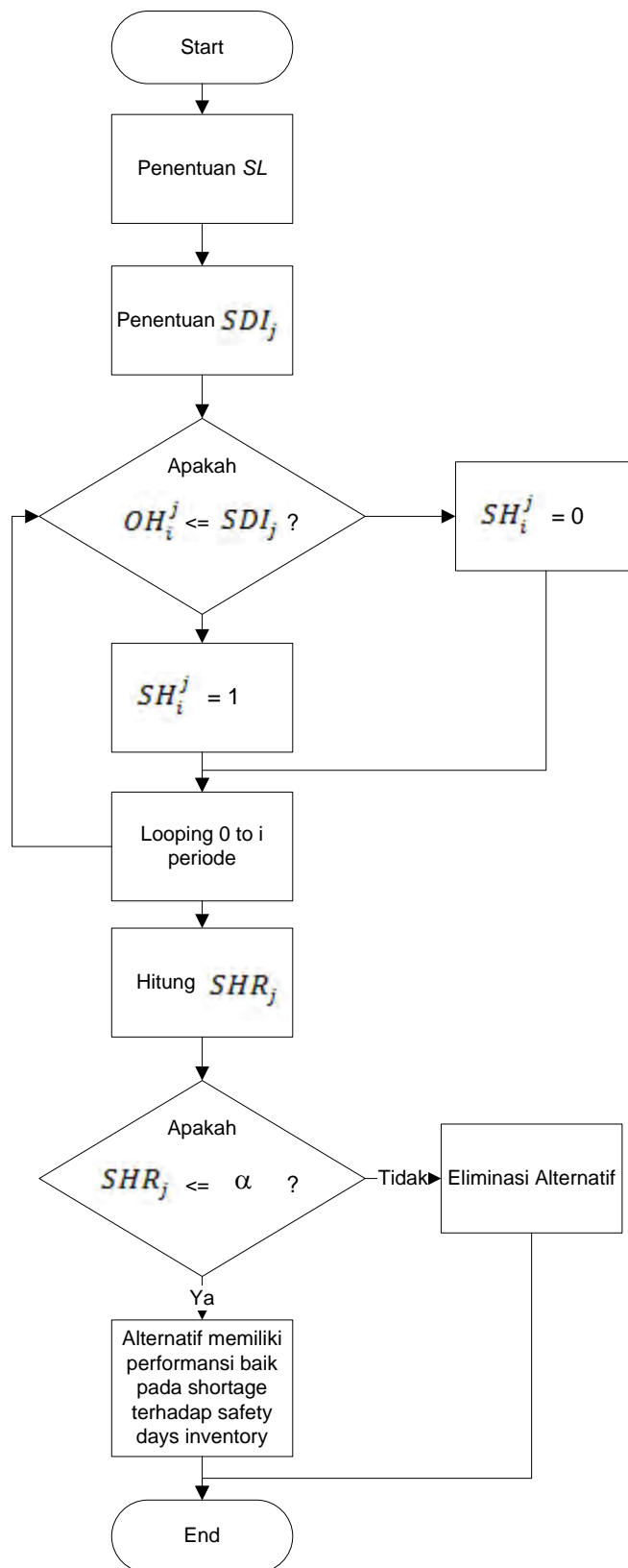
Nilai tingkat *shortage* dibandingkan dengan tingkat *error* ($\alpha = 1 - SL$) yang diperbolehkan. Ketika tingkat *shortage* kurang dari tingkat *error*, maka alternatif tersebut memiliki performansi yang baik terhadap parameter tersebut. Sedangkan sebaliknya, alternatif akan dieliminasi karena performansi yang tidak sesuai *service level*.

Pada bisnis pengangkutan gas alam, *shortage* terhadap *stock on hand* tujuan 0 mutlak tidak diperbolehkan terjadi, sehingga *service level* untuk *shortage* terhadap *stock on hand* tujuan 0 ditetapkan sebesar 100% ($\alpha = 0$) oleh pelaku bisnis dan konsumen. Jika tingkat *shortage* tidak bernilai 0, maka alternatif akan dieliminasi.



Gambar 4.11 *Shortage* terhadap Parameter *Stock On Hand* Tujuan 0

Parameter *Safety days inventory* dapat ditentukan dengan diasumsikan berdasarkan *round trip days* dan *demand*. *Safety days inventory* merupakan batas minimum *stock on hand* pada periode tersebut dikatakan *shortage*.



Gambar 4.12 Shortage Terhadap Parameter *Safety Days Inventory*

Dalam pengujian dengan mempertimbangkan *docking*, evaluasi terhadap *shortage* perlu dilakukan kembali. Terjadinya *docking* dapat mengakibatkan alternatif yang sebelumnya memiliki performansi baik dapat meningkat nilai tingkat *shortage*-nya karena kapal yang tidak dapat beroperasi selama periode *docking*. Evaluasi dilakukan kembali dengan *shortage* terhadap parameter *stock on hand* tujuan 0 dan *safety days inventory*. Untuk *shortage* terhadap parameter *stock on hand* tujuan 0 tetap harus mutlak tidak boleh terjadi dengan *serve level* 100%. Sedangkan untuk *shortage* terhadap parameter *safety days inventory*, dilakukan pengecekan kembali apakah tingkat *shortage* yang didapatkan masih kurang dari tingkat *error* yang diperbolehkan. Pada evaluasi pengujian dengan mempertimbangkan *docking* ini, alternatif dengan nilai tingkat *shortage* kurang dari tingkat *error* tidak langsung dieliminasi, namun dilakukan analisis dalam penentuan keputusan alternatif terpilih yang akan dibahas pada Subbab 4.3.5.

4.3.4.2 Utilitas Kapal

Utilitas kapal berhubungan dengan tingkat efisiensi dari penggunaan kapal yang diinvestasikan untuk menjalankan sebuah sistem. Semakin kecil utilitas, maka semakin besar nilai *charge rate* kapal yang diinvestasikan. Besarnya utilitas kapal dihitung dari total waktu kapal melakukan *value added activity* dibagi jumlah periode pada horizon perencanaan yang telah ditentukan. Aktivitas kapal dikatakan memiliki *value added* ketika :

- a. Melakukan proses *loading*
- b. *Sailing* menuju tujuan pengiriman (termasuk menunggu *time windows*)
- c. Melakukan proses *unloading*
- d. *Sailing* menuju source awal.

Proses diluar yang telah disebutkan termasuk *non value added activity*, seperti waktu menunggu *inventory source* lebih besar dari kapasitas kapal, waktu menunggu *stock on hand* tujuan mencapai *reorder point*.

Sebagai ilustrasi jika kapal disewa dengan biaya 3 juta selama 1 tahun dan melakukan *value added activity* dengan total waktu 9 bulan untuk mengangkut total muatan 500 m³. Maka utilitas kapal sebesar $9/12 = 0.75$. Biaya sewa yang diinvestasikan sebenarnya dapat digunakan untuk utilitas maksimum

yaitu dengan *charge rate* $3jt/500 = 6000/m^3$. Namun ketika kapal hanya digunakan dengan utilitas 0.75, maka *charge rate* menjadi sebesar $6000/0.75 = 8000/m^3$.

4.3.4.3 Frekuensi Pengiriman

Frekuensi pengiriman berhubungan dengan biaya operasional yang dikeluarkan. Semakin sering pengiriman dilakukan, semakin besar pula biaya operasional yang dikeluarkan. Frekuensi pengiriman dihitung dari jumlah seluruh kapal yang *diassign* untuk melakukan pengiriman ke seluruh tujuan pengiriman. Frekuensi pengiriman dipengaruhi oleh ukuran kapal yang digunakan. Semakin besar ukuran kapal, semakin sedikit frekuensi pengiriman. Hal ini disebabkan semakin tingginya muatan yang dikirimkan sehingga waktu tunggu *stock on hand* mencapai *reorder point* dimana kapal akan *diassign* semakin lama.

4.3.4.4 Ukuran Tangki

Ukuran tangki yang dibangun harus lebih besar dari nilai maksimum *inventory* selama periode horizon perencanaan. Sehingga ukuran tangki didapatkan dari nilai maksimum *inventory* selama periode akhir horizon perencanaan ditambahkan *allowance* tertentu. Pada model ini ditentukan *allowance* sebesar 10% dari nilai maksimum *inventory*. Besar ukuran tangki berhubungan dengan biaya investasi tangki. Semakin besar ukuran tangki, semakin besar biaya investasi tangki yang dikeluarkan.

4.3.5 Penentuan Keputusan Alternatif Terpilih

Dalam menentukan keputusan alternatif terpilih, hasil evaluasi performansi dianalisis lebih lanjut dengan cara yaitu :

1. Minimum *criteria*

Kriteria minimum alternatif untuk dapat dipilih adalah dengan melihat hasil evaluasi performansi terhadap *shortage*. Alternatif yang memiliki performansi baik pada *shortage* terhadap parameter *stock on hand* 0 maupun *safety days inventory* sudah dikatakan sebagai alternatif yang layak untuk dipilih. Hal ini karena kriteria *shortage* adalah satu-satunya kriteria performansi yang

diperhatikan oleh 2 sisi yaitu pelaku bisnis dan konsumen, sedangkan kriteria performansi lain hanya berhubungan pada perencanaan oleh pelaku bisnis. Ketika performansi pada *shortage* sudah baik, maka sudah dapat mencapai *service level* baik bagi pelaku bisnis maupun konsumen. Pada minimum *criteria* ini, penentuan alternatif terpilih hanya dilihat dari segi teknis operasional pengangkutan gas alam. Sedangkan pada praktisnya, pelaku bisnis menentukan alternatif juga melihat dari segi biaya. Perhitungan dengan melihat segi biaya dibahas pada poin selanjutnya.

2. Perhitungan *Total Cost*

Masing-masing kriteria performansi berhubungan dengan elemen biaya yang menyusun *total cost* untuk pengangkutan gas alam melalui transportasi laut. Kriteria *shortage* berhubungan dengan *shortage cost*. Ketika *inventory* mencapai *shortage* selama periode tertentu, maka total biaya yang muncul adalah *shortage cost/periode* dikalikan lama periode *shortage*. Kriteria utilitas seperti yang telah dibahas pada Subbab 4.3.4.2, berhubungan dengan *charge rate* pada elemen biaya untuk menginvestasikan kapal. Kriteria frekuensi pengiriman berhubungan dengan elemen biaya operasional. Biaya operasional tersebut antara lain biaya gaji awak kapal, perbaikan dan pemeliharaan rutin, toko (*cabin store* dan *lubricating oil*), asuransi, administrasi, dan biaya bahan bakar. Biaya operasional muncul ketika kapal diassign untuk melakukan pengiriman. Sedangkan untuk kriteria ukuran tangki berhubungan dengan biaya investasi tangki. Biaya investasi tangki muncul diawal perencanaan. Besarnya biaya yang dikeluarkan berbanding lurus dengan ukuran tangki. Semakin besar ukuran tangki, semakin besar pula biaya investasi yang dihasilkan.

Selain kriteria performansi, variabel ukuran kapal juga membawa elemen biaya yang menyusun *total cost*, yaitu biaya investasi kapal. Biaya investasi kapal dapat berupa biaya sewa maupun biaya buat tergantung skema bisnis yang digunakan. Jika memilih skema sewa, maka biaya yang muncul adalah biaya sewa yang besar tergantung pada ukuran dan lama periode sewa. Jika memilih skema buat, maka biaya yang muncul adalah biaya investasi kapal pada awal perencanaan.

Tabel 4.1 Elemen Biaya Penyusun *Total Cost*

Sumber Biaya	Elemen Cost
Shortage	Total Shortage Cost
Utilitas Kapal	Charge Rate
Frekuensi Pengiriman	Total Biaya Operasional Pengiriman
Ukuran Tangki	Biaya Investasi Tangki
Alternatif Ukuran Kapal	Biaya Investasi Kapal

Masing-masing alternatif dihitung *total cost*-nya berdasarkan elemen biaya yang telah ditentukan. Alternatif dengan *total cost* paling rendah akan ditentukan sebagai keputusan alternatif terpilih.

BAB V

UJI NUMERIK DAN ANALISIS

Pada Bab ini akan dilakukan beberapa percobaan numerik untuk melihat bagaimana model yang dikembangkan dapat memenuhi tujuan-tujuan yang dicapai pada penelitian ini.

5.1 Uji Numerik

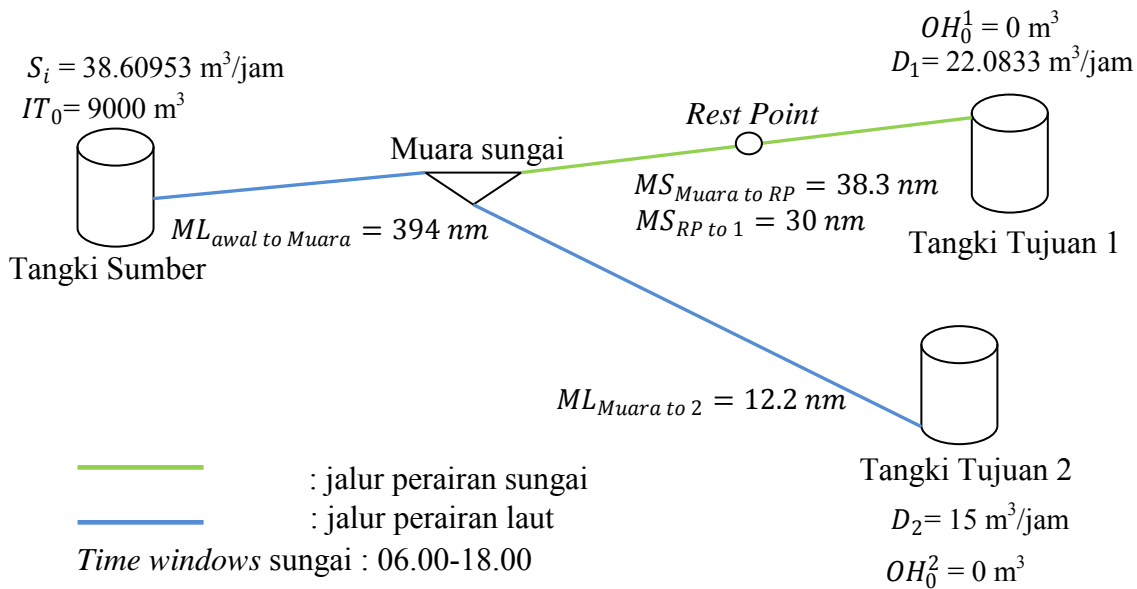
Perhitungan dilakukan untuk menguji konsep yang dirancang untuk menentukan konsep keputusan strategi terkait operasional pada pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan. Data yang digunakan pada uji numerik dijelaskan pada Subbab 5.1.1 dan hasil running ditunjukkan pada Subbab 5.1.2.

5.1.1 Data Uji Numerik

- $D_1 = 22.0833 \text{ m}^3/\text{jam} = 530 \text{ m}^3/\text{hari}$
- $D_2 = 15 \text{ m}^3/\text{jam} = 360 \text{ m}^3/\text{hari}$
- $S_i = 38.60953 \text{ m}^3/\text{jam}$
- $b_{ij}^k = \text{UNIFORM}(2\%, 4\%) * Qa_k$
- $LR_{ij}^k = 300 \text{ m}^3/\text{jam}$
- $ULR_{ij}^k = 300 \text{ m}^3/\text{jam}$
- $RTD_1 = 7.7 \text{ hari}$
- $RTD_2 = 5.5 \text{ hari}$
- $VL_{ij}^k = \text{TRIANGULAR}(8, 9, 10) \text{ knot}$
- $VS_{ij}^k = \text{TRIANGULAR}(4, 5, 6) \text{ knot}$
- $ML_{awal \text{ to } Muara} = 394 \text{ nm}$
- $ML_{Muara \text{ to } 2} = 12.2 \text{ nm}$
- $MS_{Muara \text{ to } RP} = 38.3 \text{ nm}$
- $MS_{RP \text{ to } 1} = 30 \text{ nm}$
- $SL = 95\%$
- $\alpha = 5\%$

- $IT_0 = 9000 \text{ m}^3$
- $OH_0^1 = 0 \text{ m}^3$
- $OH_0^2 = 0 \text{ m}^3$

Permasalahan yang diselesaikan pada uji numerik ini mempertimbangkan kondisi *real* sistem yaitu mengambil satu sumber gas alam untuk mengakomodasi 2 tujuan pengiriman. Tujuan 1 merupakan konsumen pembangkit listrik dengan kondisi geografis tepi sungai. Sedangkan tujuan 2 merupakan konsumen pembangkit listrik dengan kondisi geografis tepi laut. Untuk mencapai tepi sungai pada tujuan 1, kapal harus melewati sungai epanjang 68.3 *nautical mile*. Kapal dapat berlayar di sungai hanya ketika *daylight* sehingga kapal harus berhenti berlayar ketika malam hari. Kapal dapat bersandar untuk menunggu *daylight* di Muara Sungai dan di *rest point*. Jarak antar lokasi diilustrasikan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1 Ilustrasi Pengujian Numerik

Pengiriman gas alam melalui transportasi perairan dilakukan dalam bentuk LNG dengan menggunakan 2 kapal berukuran sama yang bersifat *undedicated*. Pengujian dilakukan dengan menggunakan *software* ARENA 14. Model simulasi *dirunning* selama 1 replikasi dengan horizon perencanaan 4 tahun (35040 jam = 35040 periode) dengan asumsi *demand* berjalan setelah jam ke 168 (*warm-up period*).

5.1.1.1 Generating Alternatif

Berdasarkan data uji numerik, didapatkan perhitungan pada tahap *generating* alternatif, yaitu

$$\frac{\sum(D_j \times RTD_j)}{n} = \frac{(530 \times 7.7) + (360 \times 5.5)}{2} = 3030,5$$

Ukuran kapal yang tersedia untuk disewa antara lain yaitu :

Tabel 5.1 Kapal yang Dapat Disewa

Nama Kapal	Ukuran Kapal (m ³)
Akebono Maru	3556
Kakuyu Maru	2500
Kakurei Maru	2536
Shinju Maru No.1	2513
Shinju Maru No.2	2536

Sumber : *Groupe International des Importateurs de Gaz Naturel Liquéfié* (G.I.I.G.N.L.)

Kondisi geografis pada sungai yang dilewati oleh tujuan 1 yaitu

- Lebar sungai 100 meter
- Terdapat jembatan dengan ketinggian 10 meter dari permukaan air
- Kedalam air ketika surut 4 meter

Sehingga desain kapal maksimum yang dapat melewati perairan sungai tersebut diasumsikan sebesar 4000 m³.

Kombinasi sekitar hasil perhitungan yang dapat dibuat sebagai alternatif dengan mempertimbangkan kapal sewa yang tersedia dan batasan ukuran kapal maksimum dijabarkan pada Tabel 5.2

Tabel 5.2 Alternatif Ukuran Kapal yang Diujikan

Alternatif	Kapal 1 Qa_1 (dalam m ³)	Kapal 2 Qa_2 (dalam m ³)	Keterangan
Uji Numerik 1	2500	2500	Sewa-Sewa
Uji Numerik 2	2600	2600	Buat-Buat

Tabel 5.2 Alternatif Ukuran Kapal yang Diujikan (lanjutan)

Alternatif	Kapal 1 Qa_1 (dalam m^3)	Kapal 2 Qa_2 (dalam m^3)	Keterangan
Uji Numerik 3	2700	2700	Buat-Buat
Uji Numerik 4	2800	2800	Buat-Buat
Uji Numerik 5	2900	2900	Buat-Buat
Uji Numerik 6	3000	3000	Buat-Buat
Uji Numerik 7	3100	3100	Buat-Buat
Uji Numerik 8	3200	3200	Buat-Buat
Uji Numerik 9	3300	3300	Buat-Buat
Uji Numerik 10	3400	3400	Buat-Buat
Uji Numerik 11	3500	3500	Sewa-Sewa
Uji Numerik 12	3600	3600	Buat-Buat
Uji Numerik 13	3700	3700	Buat-Buat
Uji Numerik 14	3800	3800	Buat-Buat
Uji Numerik 15	3900	3900	Buat-Buat

5.1.1.2 Penentuan *Reorder Point*

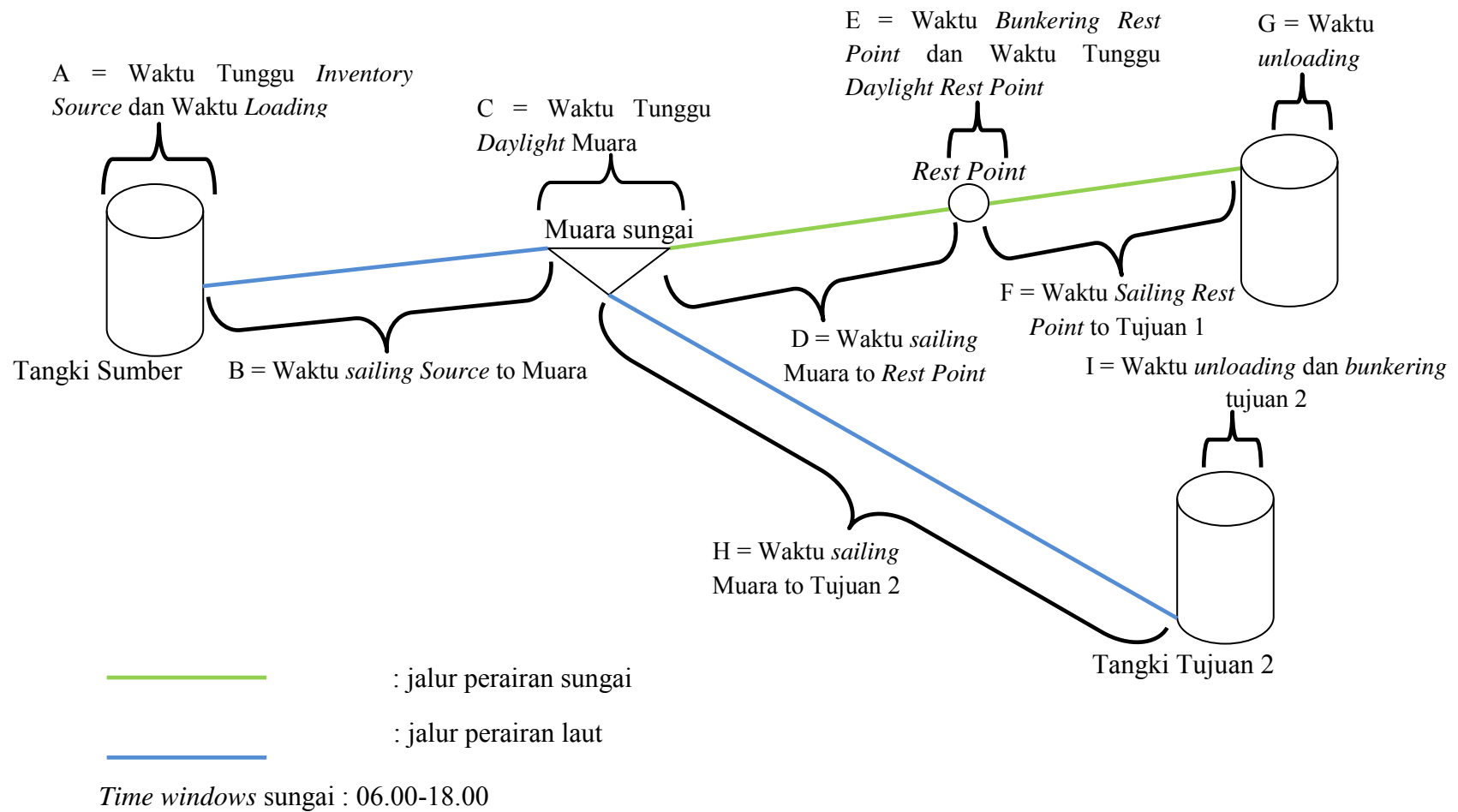
Pengangkutan gas alam dilakukan ketika *stock on hand* tujuan pengiriman masing-masing tujuan kurang dari atau sama dengan *reorder point* masing-masing tujuan ($OH_i^j \leq ROP_j$). *Safety Days Inventory* yang diasumsikan sebesar $\frac{1}{2} RTD_j \times D_j$. Nilai *reorder point* pada masing-masing tujuan dijabarkan pada Tabel 5.3.

Tabel 5.3 *Reorder Point* Pengujian

Tujuan Pengiriman	1	2
<i>Round Trip Days RTD_j</i> (Hari)	7.7	5.5
<i>Safety Days Inventory (SDI_j)</i>	2040.5	990
<i>Reorder point (ROP_j)</i>	6121.5	2970

5.1.2 Verifikasi Model Uji Numerik

Verifikasi model dilakukan dengan membandingkan antara hasil perhitungan manual dengan hasil output model simulasi *software* ARENA 14. Tujuannya adalah apakah model simulasi yang dikembangkan layak sesuai dengan algoritma *assignment* simulasi dan formulasi matematis pada Subbab 4.3.



Gambar 5.2 Ilustrasi Proses Simulasi

Tabel 5.4 Ilustrasi Model Simulasi *Assignment* Tujuan 1

<i>Assignment</i>	Kode Kapal	Kode Tujuan	Periode Mulai	Tunggu <i>Inventory Source</i> (A)	Waktu <i>Loading</i> (A)	Waktu <i>Sailing Source</i> to Muara (B)	Periode Sampai Muara	Konversi Jam	Waktu Tunggu <i>Daylight</i> Muara (C)	Periode Selesai Tunggu <i>Daylight</i> Muara	Konversi Jam
2	2	1	24	0	11.66667	44.53123	80.1979	08.11	0	80.1979	08.11
3	1	1	123.1074	0	11.66667	41.65618	176.4303	08.25	0	176.4303	08.25
4	2	1	187.2796	0	11.66667	41.9123	240.8586	00.52	5.141429195	246	06.00
6	2	1	366.619	0	11.66667	41.75279	420.0385	12.02	0	420.0385	12.02
8	1	1	530.7349	0	11.66667	42.56802	584.9696	08.58	0	584.9696	08.58
9	2	1	537.9505	44.04952	11.66667	45.97286	639.6395	15.38	0	639.6395	15.38
11	2	1	741.2016	22.79842	11.66667	41.46605	817.1327	01.07	4.867283176	822	06.00
.....

<i>Assignment</i>	Waktu <i>Sailing Muara</i> to <i>Rest Point</i> (D)	Waktu <i>Bunkering Rest Point</i> (E)	Periode Selesai <i>Bunkering</i>	Konversi Jam	Waktu Tunggu <i>Daylight Rest Point</i> (E)	Periode Selesai Tunggu <i>Daylight Rest Point</i>	Konversi Jam	Waktu <i>Sailing Rest Point</i> to Tujuan 1 (F)	Waktu <i>unloading</i> (G)
2	8.540379	6	94.738276	22.44	7.261724	102	06.00	6.689592	11.213425
3	8.486551	6	190.9168	22.55	7.083195	198	06.00	6.647429	11.210483
4	7.71031	6	259.71031	19.42	10.28969	270	06.00	6.039407	11.364064
6	7.247318	6	433.28579	01.17	4.71421	438	06.00	5.67675	11.375968
8	7.403476	6	598.37308	22.22	7.626923	606	06.00	5.799068	11.234098
9	8.4858	6	654.12532	06.07	0	654.1253	06.07	6.64684	11.247595
11	8.011076	6	836.01108	20.00	9.988924	846	06.00	6.274994	11.305126
.....

Tabel 5.5 Ilustrasi Model Simulasi *Assignment* Tujuan 2

Assignment	Kode Kapal	Kode Tujuan	Periode Mulai	Tunggu <i>Inventory Source</i> (A)	Waktu <i>Loading</i> (A)	Waktu <i>Sailing Source</i> to Muara (B)	Waktu <i>Sailing</i> Muara to Tujuan 2 (H)	Periode Sampai Tujuan 2	Waktu <i>Unloading</i> (I)	Waktu <i>Bunkering</i> (I)
1	1	2	0	0	11.666667	44.951627	1.3919032	58.010197	11.37808	6
5	1	2	285.85061	0	11.666667	45.805385	1.4183393	344.741	11.22976	6
7	1	2	402.88804	0	11.666667	42.43455	1.3139632	458.30322	11.42915	6
10	1	2	689.4409	0	11.666667	44.642313	1.3823254	747.1322	11.413608	6
.....

Pada Tabel 5.4 dan Tabel 5.5 dijabarkan ilustrasi model simulasi pada contoh Uji Numerik 10 untuk menunjukkan model simulasi pada *assignment* tujuan 1 dan tujuan 2 yang digunakan terhadap studi kasus yang digambarkan pada Gambar 5.2. Kemudian dilakukan verifikasi dengan melakukan perbandingan pada beberapa langkah yaitu perhitungan *inventory source* awal per periode, muatan kapal, *stock on hand* tujuan pengiriman per periode, *sailing time*, *reorder point*, penentuan tujuan pengiriman, dan menunjukkan adanya *time window*.

Langkah 1 : Menghitung *inventory source* awal per periode

Tabel 5.6 *Inventory Source* pada Periode i

Periode i	<i>Inventory Source</i>
0	9038.61
1	9038.61
2	9077.219
3	9115.829
.....
10	9386.095
11	9424.705
12	5963.314
13	6001.924
.....
34	6812.724
35	6851.334
36	3389.943
37	3428.553
.....
35038	14300.71
35039	14339.32
35040	14377.93

- *Inventory Source* Awal terhadap *supply*, berdasarkan persamaan 4.1

$$IT_2 = IT_1 + S_2 = 9038.61 + 38.60953 = 9077.219$$

$$IT_3 = IT_2 + S_3 = 9077.219 + 38.60953 = 9115.829$$

- *Inventory Source* Awal terhadap *loading* muatan, berdasarkan persamaan 4.1

$$IT_{12} = IT_{11} + S_{12} - Qa_1 = 9424.705 + 38.60953 - 3500 = 5963.314$$

Pada periode 12, terjadi proses *loading* oleh kapal 1 pada *assignment* 1

$$IT_{36} = IT_{35} + S_{36} - Qa_2 = 6851.334 + 38.60953 - 3500 = 3389.943$$

Pada periode 36, terjadi proses *loading* oleh kapal 2 pada *assignment* 2

Langkah 2 : Menghitung Muatan Kapal

Tabel 5.7 Jumlah Muatan Kapal yang Dikirimkan

<i>Assignment</i>	Kode Kapal	Kode Tujuan	Jumlah Muatan <i>Loading</i>	Jumlah <i>Boiloff</i>	Muatan <i>Unloading</i>
1	1	2	3500	86.57607	3413.424
2	2	1	3500	135.9725	3364.028
3	1	1	3500	136.8551	3363.145

- Muatan Kapal 1, berdasarkan persamaan 4.10

$$Qb_{i1}^2 = Qa_1 - b_{12}^1 = 3500 - 86.57607 = 3413.424$$

$$Qb_{i1}^2 = Qa_1 - b_{32}^1 = 3500 - 136.8551 = 3363.145$$

- Muatan Kapal 2, berdasarkan persamaan 4.10

$$Qb_{i2}^1 = Qa_2 - b_{21}^2 = 3500 - 135.9725 = 3364.028$$

Boiloff yang dihasilkan berbeda setiap output *assignment* karena bersifat random bernilai [UNIFORM(2%,4%) x 3500]

Langkah 3 : Menghitung *stock on hand* tujuan pengiriman per periode

Tabel 5.8 *Stock On Hand* Tujuan pada Periode i

Periode i	<i>Stock On Hand</i> Tujuan 1	<i>Stock On Hand</i> Tujuan 2
0	0	0
1	0	0
.....
167	3364.028	3413.424
168	3364.028	3413.424
169	3341.944	3398.424
170	3319.861	3383.424
.....
213	2370.279	2738.424
214	2348.196	2723.424

Tabel 5.8 *Stock On Hand* Tujuan pada Periode i (Lanjutan)

Periode i	<i>Stock On Hand</i> Tujuan 1	<i>Stock On Hand</i> Tujuan 2
215	5689.257	2708.424
216	5667.174	2693.424
.....
354	6028.898	623.4239
355	6006.815	608.4239
356	5984.731	3962.352
357	5962.648	3947.352
.....

- *Stock On Order* Tujuan 1 terhadap *demand*, berdasarkan persamaan 4.2

$$OH_{169}^1 = OH_{168}^1 - D_1 = 3364.028 - 22.0833 = 3341.944$$

$$OH_{170}^1 = OH_{169}^1 - D_1 = 3341.944 - 22.0833 = 3319.861$$

- *Stock On Order* Tujuan 2 terhadap *demand*, berdasarkan persamaan 4.2

$$OH_{169}^2 = OH_{168}^2 - D_2 = 3413.424 - 15 = 3398.424$$

$$OH_{170}^2 = OH_{169}^2 - D_2 = 3398.424 - 15 = 3383.424$$

- *Stock On Order* Tujuan 1 terhadap *unloading* muatan, berdasarkan persamaan 4.12

$$OH_{215}^1 = OH_{214}^1 - D_1 + Qb_{31}^1 = 2348.196 - 22.0833 + 3363.14488339407 = 5689.257$$

Terjadi pengiriman oleh kapal 1 pada *assignment* 3 sebesar 3363.14488339407

- *Stock On Order* Tujuan 2 terhadap *unloading* muatan, berdasarkan persamaan 4.12

$$OH_{356}^2 = OH_{355}^2 - D_2 + Qb_{51}^2 = 608.4239 - 15 + 3368.92786373755 = 3962.352$$

Terjadi pengiriman oleh kapal 1 pada *assignment* 5 sebesar 3962.352

Langkah 4 : Menghitung *sailing time*

Tabel 5.9 Perhitungan *Sailing Time* Menuju Tujuan Pengiriman 1

<i>Assignment</i>	Kode Kapal	Kode Tujuan	Kecepatan Kapal di Laut	<i>Sailing time Source to Muara</i>	Kecepatan Kapal di Sungai	<i>Sailing time Muara to Rest Point</i>	<i>Sailing time Rest Point to Tujuan 1</i>	Total <i>Sailing Time</i> Berangkat
2	2	1	8.84772	44.5312	4.48458	8.54038	6.68959	53.2208
3	1	1	9.45838	41.6562	4.51302	8.48655	6.64743	49.3036
4	2	1	9.40058	41.9123	4.96737	7.71031	6.03941	49.9517
.....

- *Sailing Time* menuju Tujuan 1, berdasarkan persamaan 4.11

$$ST_{21}^2 = \frac{ML_{Source\ to\ Muara}}{VL_{21}^2} + \frac{MS_{Muara\ to\ RP} + MS_{RP\ to\ 1}}{VS_{21}^2} = \frac{394}{8.84772} + \frac{38.3+30}{4.48458} = 53.2208$$

$$ST_{31}^1 = \frac{ML_{Source\ to\ Muara}}{VL_{31}^1} + \frac{MS_{Muara\ to\ RP} + MS_{RP\ to\ 1}}{VS_{31}^1} = \frac{394}{9.45838} + \frac{38.3+30}{4.51302} = 49.3036$$

Kecepatan yang dihasilkan tiap output *assignment* berbeda karena bersifat random bernilai TRIANGULAR(8,9,10) untuk kecepatan di laut dan TRIANGULAR(4,5,6) untuk kecepatan di sungai

Tabel 5.10 *Sailing Time* Menuju Tujuan Pengiriman 2

Assignment	Kode Kapal	Kode Tujuan	Kecepatan Kapal di Laut	<i>Sailing time</i> Source to Muara	<i>Sailing time</i> Muara to Tujuan 2	Total <i>Sailing Time</i> Berangkat
1	1	2	8.764977	44.95163	1.391903	46.34353
5	1	2	8.601609	45.80539	1.418339	47.22372
7	1	2	9.284887	42.43455	1.313963	43.74851

- *Sailing Time* menuju Tujuan 2, berdasarkan persamaan 4.11

$$ST_{12}^1 = \frac{ML_{Source \text{ to } Muara}}{VL_{12}^1} + \frac{MS_{Muara \text{ to } RP} + MS_{RP \text{ to } 1}}{VS_{12}^1} = \frac{394+12.2}{8.764977} + 0 = 46.34353$$

$$ST_{52}^1 = \frac{ML_{Source \text{ to } Muara}}{VL_{52}^1} + \frac{MS_{Muara \text{ to } RP} + MS_{RP \text{ to } 1}}{VS_{52}^1} = \frac{394+12.2}{8.601609} + 0 = 47.22372$$

Kecepatan yang dihasilkan tiap output *assignment* berbeda karena bersifat random bernilai TRIANGULAR(8,9,10) untuk kecepatan di laut. Untuk mengangkut ke tujuan 2 tidak melalui sungai sehingga $\sum MS_j$ dan VS_{ij}^k bernilai 0.

Langkah 5 : *Reorder Point*

Tabel 5.11 Status *Inventory* dan *Stock On Hand* pada Periode i

Periode	<i>Inventory Source</i>	<i>Stock On Hand</i> Tujuan 1	<i>Stock On Hand</i> Tujuan 2
.....
1425	4518.58	6133.491	4972.114
1426	4557.19	6111.407	4957.114
1427	4595.799	6089.324	4942.114
1428	4634.409	6067.241	4927.114
.....
1435	4904.676	5912.658	4822.114
1436	4943.285	5890.574	4807.114

Tabel 5.11 Status *Inventory* dan *Stock On Hand* pada Periode i (Lanjutan)

Periode	<i>Inventory Source</i>	<i>Stock On Hand</i> Tujuan 1	<i>Stock On Hand</i> Tujuan 2
1437	1481.895	5868.491	4792.114
1438	1520.504	5846.408	4777.114
.....
1510	800.3903	4256.41	3697.114
1511	838.9998	4234.327	3682.114
1512	877.6094	7600.801	3667.114
1513	916.2189	7578.718	3652.114

- *Reorder Point* Tujuan 1

Pada periode ke 1426, sesuai dengan persamaan 4.6 $OH_{1426}^1 \leq ROP_1$ yaitu $OH_{1426}^1 \leq 6131.998$. Sehingga dilakukan pengiriman yang dimulai pada periode ke 1425 yaitu *assignment* 18.

Tabel 5.12 Pengiriman pada Tujuan Pengiriman 1 pada *Reorder Point*

<i>Assignment</i>	Kode Kapal	Kode Tujuan	Waktu Mulai	Tunggu <i>Inventory Source</i>	Jumlah Muatan <i>Loading</i>	Waktu <i>Loading</i>
18	1	1	1425	0	3500	11.66667

Waktu <i>Sailing Source</i> to Muara	Waktu Tunggu Berangkat <i>Daylight</i> Muara	Waktu <i>Sailing</i> Muara to <i>Rest Point</i>	Waktu <i>Bunkering Rest Point</i>	Waktu <i>Waiting Daylight Rest Point</i>	Waktu <i>Sailing Rest Point</i> to Tujuan 1	Muatan <i>Unloading</i>	Waktu <i>unloading</i>
40.91002	0	7.563053	6	2.860256	5.924063	3388.558	11.29519

Waktu periode *loading* muatan berakhir yaitu $1425 + 11.66667 = 1436.6667$, sehingga pada periode 1436 terdapat pengurangan *inventory source*.

$$IT_{1437} = IT_{1436} + S_{1437} - Qa_1 = 4943.285 + 38.60953 - 3500 = 1481.895$$

Kemudian waktu berakhir *unloading* muatan yaitu $1436.6667 + 40.91002 + 0 + 7.563053 + 6 + 2.860256 + 5.924063 + 11.29519 = 1511.219$, sehingga pada periode 1512 terdapat penambahan *stock on hand* tujuan 1.

$$OH_{1512}^1 = OH_{1511}^1 - D_1 + Qb_{1511,1}^1 = 4234.327 - 22.0833 + 3388.558 = 7600.801.$$

Pada langkah ini, didapatkan bahwa dengan melakukan pengiriman ketika *stock on hand* kurang dari atau sama dengan *reorder point* dapat menjaga *stock on hand* tujuan tidak mengalami *shortage*.

Langkah 6 : Tujuan Pengiriman

Tabel 5.13 Rasio Terhadap Stok pada Periode i

Periode	Rasio <i>stock</i> terhadap <i>reorder point</i> tujuan 1	Rasio <i>stock</i> terhadap <i>reorder point</i> tujuan 2	Tujuan Kritis
296	1.220874	0.544315	2
297	1.220874	0.544315	2
298	1.184861	1.674493	1
299	1.184861	1.674493	1
.....
365	1.184861	1.674493	1
366	1.184861	1.674493	1
367	1.507146	1.325318	2
368	1.503544	1.276039	2

Tabel 5.14 Assignment Pengiriman Kapal pada Tujuan Pengiriman Kritis

Assignment	Kode Kapal	Kode Tujuan	Periode Mulai	Periode Akhir Siklus
.....
5	1	2	297.3072	414.3446
6	2	1	366.619	537.9505

Pada periode 297 , *assignment* 5 dilakukan untuk tujuan pengiriman 2. Pada Tabel 5.13, didapatkan pada periode 297 bahwa $RAT_{297}^2 \leq RAT_{297}^1 = 0.544315 \leq$

1.220874. Sehingga titik kritisnya adalah tujuan pengiriman 2 dimana sebagai tujuan yang dipilih untuk diprioritaskan pengirimannya.

Pada periode 366, *assignment* 6 dilakukan untuk tujuan pengiriman 1. Pada Tabel 5.13 didapatkan pada periode 366 bahwa $RAT_{366}^1 \leq RAT_{366}^2 = 1.184861 \leq 1.674493$. Sehingga titik kritisnya adalah tujuan pengiriman 1 dimana sebagai tujuan yang dipilih untuk diprioritaskan pengirimannya.

Langkah 7 : *Time Windows*

Pada Tabel 5.15 dijelaskan waktu kapal berangkat dari *source* awal menuju tujuan pengiriman 1 dimana terdapat jalur perairan sungai. Ketika kapal mencapai Muara, dilakukan pengecekan terhadap *time windows* sungai. Jika kapal datang pukul 06.00-18.00, maka kapal tidak perlu menunggu *daylight*. Pada *assignment* 2,3,6,8,9, kapal datang pada rentang *time windows* sehingga tidak terdapat waktu tunggu *daylight*. Sedangkan pada *assignment* 4 dan 11, kapal datang diluar rentang *time windows* sehingga perlu menunggu hingga waktu *daylight*. Pada *assignment* 4, kapal datang pada pukul 00.52. Kapal dapat berlayar kembali ketika pukul 06.00, sehingga kapal pada *assignment* 4 harus menunggu selama 5 jam 9 menit (5.14 jam).

Setelah menunggu *daylight*, kapal berlayar hingga *rest point* dan *bunkering* selama 6 jam. Pada titik *rest point*, kembali dilakukan pengecekan terhadap *time windows* sungai. Pada *assignment* 2,3,4,6,8,11, kapal berada diluar rentang *time windows* sehingga perlu menunggu kembali hingga waktu *daylight* berlayar kembali pukul 06.00. Setelah mencapai *daylight*, kapal pada *assignment* tersebut dapat berlayar kembali menuju tujuan 1.

Tabel 5.15 Time Windows pada *Assignment* Kapal menuju Tujuan Pengiriman 1

<i>Assignment</i>	Kode Kapal	Kode Tujuan	Periode Mulai	Tunggu <i>Inventory Source</i>	Waktu <i>Loading</i>	Waktu <i>Sailing Source to Muara</i>	Periode Sampai Muara	Konversi Jam	Waktu Tunggu <i>Daylight Muara</i>	Periode Selesai Tunggu <i>Daylight Muara</i>	Konversi Jam
2	2	1	24	0	11.66667	44.53123	80.1979	08.11	0	80.1979	08.11
3	1	1	123.1074	0	11.66667	41.65618	176.4303	08.25	0	176.4303	08.25
4	2	1	187.2796	0	11.66667	41.9123	240.8586	00.52	5.141429195	246	06.00
6	2	1	366.619	0	11.66667	41.75279	420.0385	12.02	0	420.0385	12.02
8	1	1	530.7349	0	11.66667	42.56802	584.9696	08.58	0	584.9696	08.58
9	2	1	537.9505	44.04952	11.66667	45.97286	639.6395	15.38	0	639.6395	15.38
11	2	1	741.2016	22.79842	11.66667	41.46605	817.1327	01.07	4.867283176	822	06.00
.....

<i>Assignment</i>	Waktu <i>Sailing Muara to Rest Point</i>	Waktu <i>Bunkering Rest Point</i>	Periode Selesai <i>Bunkering</i>	Konversi Jam	Waktu Tunggu <i>Daylight Rest Point</i>	Periode Selesai Tunggu <i>Daylight Rest Point</i>	Konversi Jam	Waktu <i>Sailing Rest Point to Tujuan 1</i>	Waktu <i>unloading</i>
2	8.540379	6	94.738276	22.44	7.261724	102	06.00	6.689592	11.213425
3	8.486551	6	190.9168	22.55	7.083195	198	06.00	6.647429	11.210483
4	7.71031	6	259.71031	19.42	10.28969	270	06.00	6.039407	11.364064
6	7.247318	6	433.28579	01.17	4.71421	438	06.00	5.67675	11.375968
8	7.403476	6	598.37308	22.22	7.626923	606	06.00	5.799068	11.234098
9	8.4858	6	654.12532	06.07	0	654.1253	06.07	6.64684	11.247595
11	8.011076	6	836.01108	20.00	9.988924	846	06.00	6.274994	11.305126
.....

5.2 Hasil Uji Numerik

Dengan melakukan uji numerik sebanyak 15 alternatif ukuran kapal, didapatkan evaluasi performansi untuk masing-masing kriteria performansi pada pengujian teknis operasional awal dan pengujian dengan mempertimbangkan *docking*.

5.2.1 Evaluasi Performansi terhadap *Shortage* pada Tujuan Pengiriman

Berikut rekap hasil simulasi pengujian teknis operasional awal untuk tingkat *shortage* pada kebutuhan masing-masing tujuan :

Tabel 5.16 Pengujian Teknis Operasional Awal terhadap *Shortage* pada Tujuan Pengiriman

Alternatif	Ukuran Kapal	SHR_j terhadap <i>Parameter Safety Days Inventory</i>		SHR_j terhadap <i>Parameter Stock On Hand 0</i>	
		Tujuan 1	Tujuan 2	Tujuan 1	Tujuan 2
Uji Numerik 1	2500-2500	98.2909%	97.4994%	92.0595%	91.2251%
Uji Numerik 2	2600-2600	96.8485%	95.7817%	92.7936%	91.8817%
Uji Numerik 3	2700-2700	96.9144%	95.4577%	92.0595%	91.2251%
Uji Numerik 4	2800-2800	0.7628%	2.7673%	0.0000%	0.0000%
Uji Numerik 5	2900-2900	0.2265%	0.2495%	0.0000%	0.0000%
Uji Numerik 6	3000-3000	0.1462%	0.1807%	0.0000%	0.0000%
Uji Numerik 7	3100-3100	0.0086%	0.2323%	0.0000%	0.0000%
Uji Numerik 8	3200-3200	0.0000%	0.1663%	0.0000%	0.0000%
Uji Numerik 9	3300-3300	0.0000%	0.2151%	0.0000%	0.0000%
Uji Numerik 10	3400-3400	0.0000%	0.0918%	0.0000%	0.0000%
Uji Numerik 11	3500-3500	0.0000%	0.1090%	0.0000%	0.0000%
Uji Numerik 12	3600-3600	0.0000%	0.0918%	0.0000%	0.0000%
Uji Numerik 13	3700-3700	0.0000%	0.0430%	0.0000%	0.0000%
Uji Numerik 14	3800-3800	0.0000%	0.0574%	0.0000%	0.0000%
Uji Numerik 15	3900-3900	0.0000%	0.0086%	0.0000%	0.0000%

Dari Tabel 5.16, didapatkan bahwa semakin besar ukuran kapal yang digunakan, semakin kecil tingkat *shortage* yang didapatkan. Pada uji numerik 1,2, dan 3 memiliki tingkat *shortage* terhadap parameter *safety days inventory* diatas tingkat *error* ($1-SL = 0.05 = 5\%$) yang ditetapkan. Begitu juga terhadap parameter *stock on hand* 0 yang bernilai diatas 0. Maka dari itu, uji numerik 1,2, dan 3 dieliminasi sebagai alternatif ukuran kapasitas kapal.

5.2.2 Evaluasi Performansi terhadap Utilitas Kapal

Berikut rekap hasil simulasi pengujian teknis operasional awal untuk utilitas kapal :

Tabel 5.17 Pengujian Teknis Operasional Awal Terhadap Utilitas Kapal

Alternatif	Ukuran Kapal	Utilitas	
		Kapal 1	Kapal 2
Uji Numerik 1	2500-2500	100.00%	99.93%
Uji Numerik 2	2600-2600	100.00%	99.93%
Uji Numerik 3	2700-2700	100.00%	99.93%
Uji Numerik 4	2800-2800	99.35%	99.29%
Uji Numerik 5	2900-2900	95.54%	97.65%
Uji Numerik 6	3000-3000	93.71%	93.94%
Uji Numerik 7	3100-3100	90.10%	93.14%
Uji Numerik 8	3200-3200	87.29%	91.37%
Uji Numerik 9	3300-3300	85.93%	91.73%
Uji Numerik 10	3400-3400	82.09%	88.35%
Uji Numerik 11	3500-3500	83.54%	88.23%
Uji Numerik 12	3600-3600	82.08%	86.35%
Uji Numerik 13	3700-3700	78.31%	84.98%
Uji Numerik 14	3800-3800	78.98%	84.12%
Uji Numerik 15	3900-3900	77.44%	80.87%

Dari tabel 5.17 didapatkan bahwa ukuran kapal berbanding terbalik terhadap utilitas kapal. Semakin besar ukuran kapal, semakin kecil utilitas kapal tersebut. Hal ini disebabkan karena muatan pengiriman yang besar sehingga kapal lebih lama menunggu (*idle*) hingga stok mencapai titik pengiriman.

Pada uji numerik 4, nilai *charge rate* yang didapatkan bernilai kecil yaitu

$$\text{Kapal 1 : } \frac{(\text{biaya investasi kapal 1} / \text{total muatan})}{99.35\%}$$

$$\text{Kapal 2 : } \frac{(\text{biaya investasi kapal 2} / \text{total muatan})}{99.29\%}.$$

Kedua kapal hampir selalu digunakan selama rentang horizon perencanaan tersebut. Sedangkan pada uji numerik 15, nilai *charge rate* yang didapatkan bernilai besar yaitu

$$\text{Kapal 1 : } \frac{(\text{biaya investasi kapal 1} / \text{total muatan})}{77.44\%}$$

$$\text{Kapal 2 : } \frac{(\text{biaya investasi kapal 2} / \text{total muatan})}{80.87\%}$$

Semakin kecil utilitas kapal, semakin besar nilai *charge rate* kapal yang diinvestasikan.

5.2.3 Evaluasi Performansi terhadap Jumlah Pengiriman

Berikut rekap hasil simulasi pengujian teknis operasional awal untuk frekuensi pengiriman :

Tabel 5.18 Pengujian Teknis Operasional Awal Terhadap Frekuensi Pengiriman

Alternatif	Ukuran	Frekuensi Pengiriman		
		Kapal 1	Kapal 2	Total
Uji Numerik 1	2500-2500	244	245	489
Uji Numerik 2	2600-2600	245	243	488
Uji Numerik 3	2700-2700	243	243	486
Uji Numerik 4	2800-2800	239	242	481
Uji Numerik 5	2900-2900	229	235	464
Uji Numerik 6	3000-3000	227	221	448
Uji Numerik 7	3100-3100	227	208	435

Tabel 5.18 Pengujian Teknis Operasional Awal Terhadap Frekuensi Pengiriman (Lanjutan)

Alternatif	Ukuran	Frekuensi Pengiriman		
		Kapal 1	Kapal 2	Total
Uji Numerik 8	3200-3200	216	206	422
Uji Numerik 9	3300-3300	206	203	409
Uji Numerik 10	3400-3400	201	195	396
Uji Numerik 11	3500-3500	197	188	385
Uji Numerik 12	3600-3600	191	183	374
Uji Numerik 13	3700-3700	186	179	365
Uji Numerik 14	3800-3800	183	172	355
Uji Numerik 15	3900-3900	180	166	346

Pada tabel 5.18, didapatkan bahwa semakin besar ukuran kapal, semakin sedikit frekuensi pengiriman yang dilakukan. Perbedaan frekuensi pengiriman ini tidak berpengaruh terhadap jumlah total muatan yang tersalurkan ke masing-masing tujuan selama horizon perencanaan pada setiap alternatif. Hal ini karena jumlah muatan tiap pengiriman yang berbeda antar alternatif. Dengan alternatif yang memiliki jumlah muatan kecil dan frekuensi pengiriman besar seperti alternatif uji numerik 4 memiliki total muatan tersalurkan yang sama dengan alternatif uji numerik 15 yang memiliki jumlah muatan besar dan frekuensi pengiriman kecil.

Dari segi biaya, uji numerik 15 menghasilkan total biaya operasional yang lebih murah karena biaya operasional muncul sebanyak 346 kali. Sedangkan pada uji numerik 4 menghasilkan total biaya operasional yang lebih besar karena biaya operasional muncul sebanyak 481 kali.

5.2.4 Evaluasi Performansi terhadap Ukuran Tangki

Berikut rekap hasil simulasi pengujian teknis operasional awal untuk ukuran tangki *source* dan masing-masing tujuan :

Tabel 5.19 Pengujian Teknis Operasional Awal Terhadap Ukuran Tangki

Alternatif	Ukuran Kapal	Ukuran Tangki (m ³)		
		Source	Tujuan 1	Tujuan 2
Uji Numerik 1	2500-2500	155121	5454.32	4064.24
Uji Numerik 2	2600-2600	107299	5877.51	4261.79
Uji Numerik 3	2700-2700	83450.9	5478.3	4442.84
Uji Numerik 4	2800-2800	21853.8	10278.4	6338.21
Uji Numerik 5	2900-2900	19472.3	10688.4	6579.34
Uji Numerik 6	3000-3000	21764.3	10707.5	6808.57
Uji Numerik 7	3100-3100	20784.6	11128.4	6946.02
Uji Numerik 8	3200-3200	20749.8	11101.7	7131.84
Uji Numerik 9	3300-3300	21582.7	11525	7351.13
Uji Numerik 10	3400-3400	22092.7	11702.1	7441.52
Uji Numerik 11	3500-3500	20980.3	11645.4	7617.86
Uji Numerik 12	3600-3600	21927.3	12256.5	7831.14
Uji Numerik 13	3700-3700	21264.1	12173.6	7828.52
Uji Numerik 14	3800-3800	21705.4	12230.8	8102.12
Uji Numerik 15	3900-3900	22308.1	12783.2	8124.66

Besarnya ukuran tangki dihitung dari *inventory* maksimum selama rentang waktu horizon perencanaan ditambah *allowance* sebesar 10% dari nilai *inventory* maksimum. Pada Tabel 5.19, dapat dilihat bahwa tidak terdapat hubungan berbanding lurus maupun berbanding terbalik antara ukuran tangki dan ukuran kapal. Hal ini disebabkan karena setiap pengiriman tetap dilakukan ketika *stock on hand* tujuan pengiriman mencapai *reorder point* pada setiap alternatif. Sehingga *level stock on hand* tujuan pengiriman hanya mencapai nilai maksimum yang tidak linier. Perbedaan nilai ukuran tangki tersebut bergantung pada hasil random jumlah muatan *unloading* pada *software* ARENA.

5.2.5 Pengujian dengan Mempertimbangkan *Docking*

Untuk uji numerik 4 hingga uji numerik 15 dilakukan pengujian dengan mempertimbangkan *docking*. Rekap hasil simulasi pengujian dengan mempertimbangkan *docking* untuk tingkat *shortage* pada kebutuhan masing-masing tujuan adalah sebagai berikut :

Tabel 5.20 Pengujian dengan Mempertimbangkan *Docking* terhadap *Shortage* pada Tujuan Pengiriman

Pengujian	Ukuran	<i>Shortage terhadap Parameter Safety Days Inventory</i>		<i>Shortage terhadap Parameter Stock On Hand 0</i>		Waktu Antar Docking (hari)
		Tujuan 1	Tujuan 2	Tujuan 1	Tujuan 2	
Uji Numerik 4	2800	36.534%	15.488%	2.3343%	1.9729%	lebih dari 4 tahun
Uji Numerik 5	2900	5.968%	4.448%	1.2962%	1.0610%	464.9166667
Uji Numerik 6	3000	4.495%	2.850%	1.0496%	0.9693%	198.9583333
Uji Numerik 7	3100	3.500%	2.033%	0.8029%	0.7398%	137.9166667
Uji Numerik 8	3200	2.959%	1.438%	0.7972%	0.8488%	79.83333333
Uji Numerik 9	3300	2.512%	1.341%	0.5678%	0.7112%	87
Uji Numerik 10	3400	2.070%	1.070%	0.4244%	0.6079%	81
Uji Numerik 11	3500	1.474%	1.258%	0.4760%	0.6079%	63.29166667
Uji Numerik 12	3600	1.095%	1.026%	0.2409%	0.4703%	57.04166667
Uji Numerik 13	3700	1.434%	0.353%	0.1893%	0.0000%	53.16666667
Uji Numerik 14	3800	1.210%	0.509%	0.0918%	0.0000%	48.08333333
Uji Numerik 15	3900	0.975%	1.080%	0.0000%	0.0000%	35.91666667

Dari Tabel 5.20, didapatkan bahwa uji numerik 4 dan 5 memiliki tingkat *shortage* terhadap parameter *safety days inventory* diatas tingkat *error* ($1-SL = 0.05 = 5\%$) yang ditetapkan. Sedangkan pada tingkat *shortage* terhadap parameter *stock on hand 0*, hanya alternatif uji numerik 15 yang memiliki tingkat *shortage* terhadap *stock on hand 0* sebesar 0%. Sehingga alternatif yang memiliki performansi baik untuk kedua parameter tersebut adalah alternatif uji numerik 15.

5.3 Diskusi dan Analisis

Dari hasil evaluasi performansi terhadap kriteria performansi dan pengujian dengan mempertimbangkan *docking* didapatkan beberapa alternatif yang dapat ditentukan untuk dipilih. Ketika pengujian terhadap teknis operasional awal didapatkan alternatif uji numerik 4 hingga 15 dapat lolos pada minimum *criteria* pemilihan alternatif. Seluruh uji numerik memiliki lolos terhadap kriteria performansi *shortage* terhadap parameter *safety days inventory* maupun *stock on hand* 0. Namun setelah uji numerik 4 hingga 15 dilakukan pengujian lebih lanjut dengan mempertimbangkan *docking*, didapatkan bahwa alternatif yang lolos pada minimum *criteria* pemilihan alternatif hanya pada uji numerik 15. Hal ini disebabkan kapal yang beroperasi hanya 1 untuk pengiriman 2 tujuan pada periode kapal lainnya *docking* sehingga performansi sistem berkurang.

Dari analisis tersebut, terdapat beberapa pertimbangan untuk meningkatkan performansi ketika salah satu kapal *docking*. Pertimbangan tersebut yaitu dengan meningkatkan jumlah kapal menjadi 3 buah sehingga ketika salah satu kapal *docking* maka sistem masih memiliki performansi yang sama dengan pengujian teknis awal. Dengan pertimbangan untuk meningkatkan performansi ketika *docking*, maka alternatif dapat berubah menjadi berikut :

Tabel 5.21 Alternatif untuk Meningkatkan Performansi

Alternatif	Kapal 1 (dalam m ³)	Kapal 2 (dalam m ³)	Kapal 3 (dalam m ³)	Keterangan	Performansi Eksisting (Minimum <i>criteria</i>)	
					Pengujian Teknis Operasional Awal	Pengujian dengan Mempertimbangkan Docking
Uji Numerik 4	2800	2800	2800	Menambah 1 kapal	lolos	tidak lolos
Uji Numerik 5	2900	2900	2900	Menambah 1 kapal	lolos	tidak lolos
Uji Numerik 6	3000	3000	3000	Menambah 1 kapal	lolos	tidak lolos
Uji Numerik 7	3100	3100	3100	Menambah 1 kapal	lolos	tidak lolos
Uji Numerik 8	3200	3200	3200	Menambah 1 kapal	lolos	tidak lolos

Tabel 5.21 Alternatif untuk Meningkatkan Performansi

Alternatif	Kapal 1 (dalam m ³)	Kapal 2 (dalam m ³)	Kapal 3 (dalam m ³)	Keterangan	Performansi Eksisting (Minimum <i>criteria</i>)	
					Pengujian Teknis Operasional Awal	Pengujian dengan Mempertimbangkan Docking
Uji Numerik 9	3300	3300	3300	Menambah 1 kapal	lolos	tidak lolos
Uji Numerik 10	3400	3400	3400	Menambah 1 kapal	lolos	tidak lolos
Uji Numerik 11	3500	3500	3500	Menambah 1 kapal	lolos	tidak lolos
Uji Numerik 12	3600	3600	3600	Menambah 1 kapal	lolos	tidak lolos
Uji Numerik 13	3700	3700	3700	Menambah 1 kapal	lolos	tidak lolos
Uji Numerik 14	3800	3800	3800	Menambah 1 kapal	lolos	tidak lolos
Uji Numerik 15	3900	3900	-	Tidak menambah kapal	lolos	Lolos

Kemudian dilakukan pengujian kembali pada uji numerik 4 dan uji numerik 15 dengan hasil yang dijabarkan pada Tabel 5.22 berikut

Tabel 5.22 Perbandingan dari Segi Teknis Operasional *Shortage*

Pengujian	Ukuran Kapal	<i>Shortage terhadap Parameter Safety Days Inventory</i>		<i>Shortage terhadap Parameter Stock On Hand 0</i>		Utilitas Kapal
		Tujuan 1	Tujuan 2	Tujuan 1	Tujuan 2	
Uji Numerik 4	2800-2800 – 2800	0.7628%	2.7673%	0.0000%	0.0000%	Kapal 1: 62.94% Kapal 2 : 74.33% Kapal 3 : 78.74%
Uji Numerik 15	3900 - 3900	0.975%	1.080%	0.0000%	0.0000%	Kapal 1 : 77.44% Kapal 2 : 80.87%
Pengujian	Ukuran Kapal	Frekuensi Pengiriman		Ukuran Tangki (m ³)		
				Source	Tujuan 1	Tujuan 2
Uji Numerik 4	2800-2800 – 2800	482		19022.58	11889.46	7228.1
Uji Numerik 15	3900 - 3900	346		22308.1	12783.2	8124.66

Dari hasil perbandingan diatas, kedua uji numerik memiliki keunggulan masing-masing. Dari segi kriteria performansi *shortage* keduanya memiliki performansi baik pada kedua parameter. Dari kriteria utilitas kapal, uji numerik 15 memiliki utilitas yang lebih tinggi dan memiliki jumlah kapal yang lebih sedikit sehingga *charge rate* yang dihasilkan lebih kecil dibanding uji numerik 4. Dari kriteria frekuensi pengiriman, uji numerik 15 memiliki performansi yang lebih baik karena memiliki frekuensi pengiriman lebih kecil. Sedangkan untuk kriteria ukuran tangki, uji numerik 4 memiliki ukuran yang lebih kecil dibandingkan uji numerik 15.

Pada praktisnya, pemilihan alternatif ini perlu dihubungkan dengan *total cost* yang disusun oleh masing-masing kriteria pengiriman tersebut, seperti yang dibahas pada Bab 4. Karena minimnya informasi mengenai biaya, maka pada analisis ini akan ditentukan alternatif terpilih secara kualitatif. Jika dilihat dari fleksibilitas, uji numerik 4 lebih fleksibel dibandingkan uji numerik 15 dalam penggunaan kapal. Hal ini disebabkan karena utilitas kapal lebih kecil dan jumlah kapal yang tersedia lebih banyak. Jika dilihat dari segi kebutuhan sumber daya yang digunakan, uji numerik 15 menggunakan sumber daya yang lebih sedikit dibanding uji numerik 14. Hal ini disebabkan karena jumlah kapal dan frekuensi pengiriman yang lebih sedikit. Sedikitnya jumlah kapal menyebabkan awak kapal yang direkrut juga lebih sedikit. Sedangkan frekuensi pengiriman yang semakin kecil, maka sumber daya bahan bakar yang dikeluarkan semakin kecil pula. Sedangkan jika dilihat dari pemenuhan terhadap *service level* konsumen, kedua uji numerik telah mampu mencapai *service level* yang ditentukan.

Fleksibilitas yang tinggi baik ketika terdapat kemungkinan yang besar kapal untuk rusak ditengah waktu horizon perencanaan. Ketika kapal memiliki *reability* yang tinggi maka fleksibilitas bisa saja diabaikan. Fleksibilitas juga *tradeoff* terhadap utilitas kapal, dimana ketika dihubungkan dengan elemen biaya kriteria utilitas kapal, maka diharapkan memiliki utilitas yang maksimum. Sedangkan dari segi sumber daya, sebuah bisnis selalu berusaha mengefisienkan sumber daya. Dengan *output* yang sama, diharapkan sumber daya yang dikeluarkan semakin kecil. *Output* total muatan yang dikirimkan pada masing-masing uji numerik berjumlah sama, namun uji numerik 15 lebih efisien dalam menggunakan sumber dayanya. Maka secara

kualitatis, alternatif yang dipilih yaitu uji numerik 15. Sehingga didapatkan *decision variable* yaitu ukuran kapal berjumlah 3900-3900 dengan ukuran tangki *souce* sebesar 22308.1 m³ , tangki tujuan 1 sebesar 12783.2 m³, dan tangki tujuan 2 sebesar 8124.66 m³.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Penelitian ini telah mengembangkan rencana operasional dalam pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan melalui model konsep keputusan strategis terkait rencana operasional dengan mempertimbangkan karakteristik pengangkutan LNG, yaitu :
 - Penggunaan kapal khusus LNG, dimana terdapat *boil-off*
 - Besarnya biaya investasi kapal
 - Ketidakpastian
 - Batasan Kondisi Geografis
 - *Docking* kapal
2. Tahapan dalam model konsep keputusan strategis terkait rencana operasional pada pengangkutan gas alam melalui transportasi perairan yaitu *generating alternatif*, pengujian teknis operasional awal, pengujian dengan mempertimbangkan *docking*, evaluasi kriteria performansi, dan penentuan keputusan alternatif terpilih.
3. Kriteria performansi yang dievaluasi pada model yaitu kriteria *shortage* terhadap parameter *safety days inventory* dan parameter *stock on hand 0* , kriteria utilitas kapal, kriteria frekuensi pengiriman, dan kriteria ukuran tangki. Masing-masing kriteria performansi berhubungan dengan elemen biaya yang menyusun *total cost* dimana *total cost* menjadi penentuan dalam memutuskan alternatif terpilih. Kriteria *shortage* berhubungan dengan *shortage cost*. Kriteria utilitas berhubungan dengan *charge rate* pada elemen biaya untuk menginvestasikan kapal. Kriteria frekuensi pengiriman berhubungan dengan elemen biaya operasional. Kriteria ukuran tangki berhubungan dengan biaya investasi tangki. Selain kriteria performansi, variabel ukuran kapal juga membawa elemen biaya yang menyusun *total*

cost, yaitu biaya investasi kapal berupa biaya sewa maupun biaya buat tergantung skema bisnis yang digunakan.

4. Kriteria minimum dalam penentuan keputusan alternatif terpilih adalah lolos pada pengujian *shortage* terhadap parameter *stock on hand* 0 maupun *safety days inventory*. Selanjutnya ditentukan dari perencanaan *total cost* oleh pelaku bisnis dimana alternatif dengan *total cost* paling rendah akan ditentukan sebagai keputusan alternatif terpilih.
5. Keputusan strategis yang didapatkan berupa ukuran kapal dan ukuran tangki. Ukuran kapal didapatkan dari alternatif yang di-generate berdasarkan data *demand*, *round trip days*, ukuran kapal yang dapat disewa, dan batasan operasional. Alternatif ini dijadikan input dalam model sehingga didapatkan alternatif ukuran kapal terpilih. Sedangkan ukuran tangki merupakan salah satu kriteria dalam output evaluasi performansi. Ukuran tangki didapatkan dari maksimum *inventory* selama horizon perencanaan ditambahkan *allowance*.

6.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Model dapat dikembangkan lebih lanjut dengan penyelesaian *simulation-optimization* untuk mendapatkan hasil yang optimum.
2. Model dapat dikembangkan lebih lanjut dengan melihat dari segi biaya.

DAFTAR PUSTAKA

Hoover, S. V., & Perry, R. F. (1989). *Simulation : A Problem Solving Approach*. Boston: Addison-Wesley.

Institute For Energy, L. &. (2003). Introduction to LNG : An overview of liquefied natural gas (LNG), its properties, the LNG industry, safety considerations. Houston: University of Houston.

Law, A. M., & Kelton, W. D. (2000). *Simulation Modelling and Analysis, 3rd Edition*. New York: McGraw-Hill.

LNG Expert Forum. (t.thn.). *Apa itu LNG?* Dipetik April 24, 2014, dari Bisnis Internet, LNG Expert, Life Inspirations: <http://www.helfia.net/lng-expert-indonesia.html>

Groupe International des Importateurs de Gaz Naturel Liquéfié (G.I.I.G.N.L). (2013). *The LNG Industry*. Neuilly-sur-Seine- France: GIIGNL.

Meirina Priatra, R. (2009). *Technical Analysis of Supply CNG Vessel in Indonesia*. Surabaya: Laporan Tugas Akhir Jurusan Teknik Sistem Perkapalan ITS.

Peraturan Presiden Republik Indonesia. (2006, January 25). *File Undang-Undang Kategori Peraturan Presiden Tahun 2006*. Dipetik April 10, 2014, dari Badan Pengawasan Keuangan dan Pembangunan: <http://www.bpkp.go.id/uu/filedownload/5/85/1734.bpkp>

Pope, J., & Talley, W. (1988). Inventory costs and optimal ship size. *Logistics and Transportation Review* , 107-120.

Soegiono, & Budha Arthana, K. (2006). *Transportasi LNG di Indonesia*. Surabaya: Airlangga University Press.

Stopford, M. (2009). *Maritime Economics, 3rd Edition*. New York: Routledge.

(halaman ini sengaja dikosongkan)

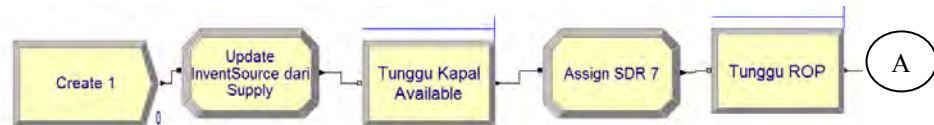
LAMPIRAN A

Model Simulasi dalam ARENA 14.0

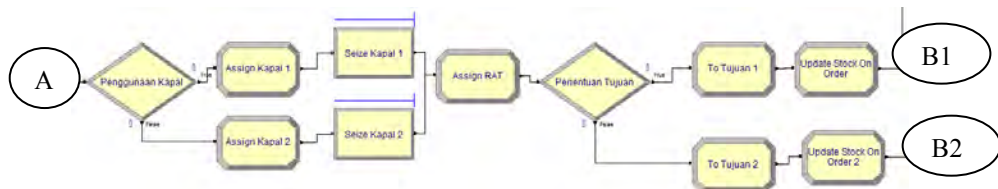
Update Stock On Hand



Update Inventory Source , Menunggu kapal tersedia, dan reorder point



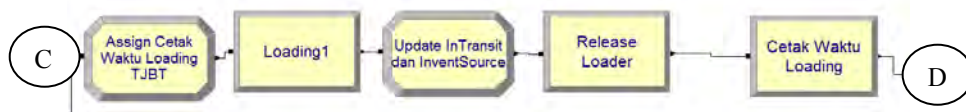
Assign Kapal dan Penentuan Tujuan



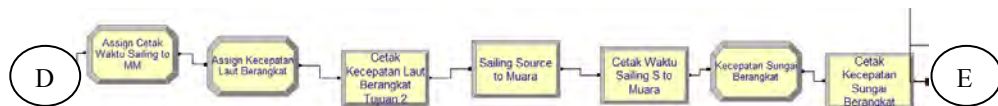
Pengiriman Tujuan 1 : Muatan loading, dan tunggu inventory source >= kapasitas kapal



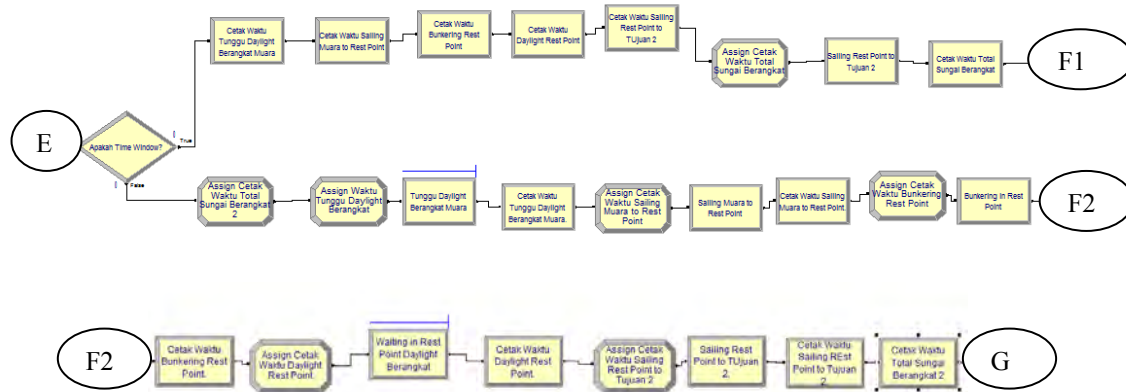
Proses Loading dan release loader



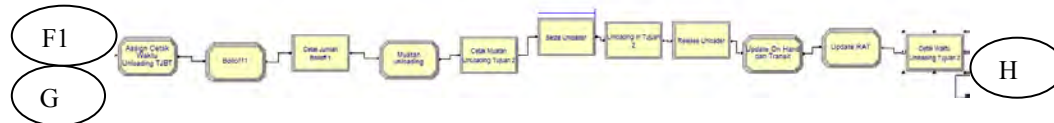
Assign Kecepatan Kapal, sailing source menuju Muara, Assign Kecepatan Sungai



Penentuan apakah pengiriman mencapai *time windows*, *waiting time* di Muara, *Sailing time* Muara menuju *Rest Point*, Waktu Tunggu *Rest Point*, *Sailing time* *Rest Point* menuju Tujuan 2



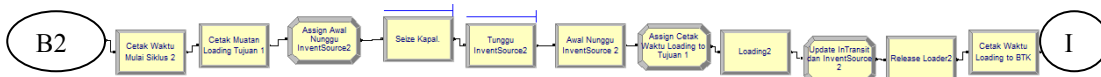
Assign unloader, boil-off, proses unloading, release unloader, dan update stock on hand dan stock on order, update ratio stock terhadap ROP



Perjalanan pulang, *release* kapal, dan *signal* untuk avaibilitas kapal



Pengiriman Tujuan 2 : Muatan *loading*, dan tunggu *inventory source* \geq kapasitas kapal, Proses *Loading* dan *release loader*



Kecepatan Kapal dan *sailing source* menuju tujuan 2



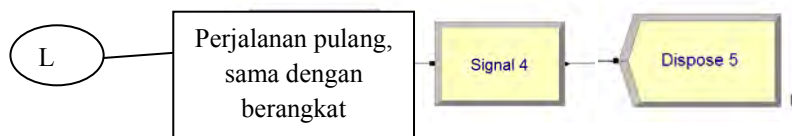
Assign Unloader, boil-off, proses unloading, dan release unloader



Update stock on hand dan stock on order tujuan 2, update rasio stock terhadap ROP, bunkering di tujuan 2



Perjalanan pulang, release kapal, dan signal untuk avaibilitas kapal



Variabel yang digunakan

Variable - Basic Process								
	Name	Rows	Columns	Data Type	Clear Option	File Name	Initial Values	Report Statistics
1	InventSource			Real	System		1 rows	<input type="checkbox"/>
2	SupplySource			Real	System		1 rows	<input type="checkbox"/>
3	Kapasitas	2		Real	System		1 rows	<input type="checkbox"/>
4	RAT	2		Real	System		2 rows	<input type="checkbox"/>
5	OnHand	2		Real	System		2 rows	<input type="checkbox"/>
6	Demand	2		Real	System		2 rows	<input type="checkbox"/>
7	Jam			Real	System		0 rows	<input type="checkbox"/>
8	InTransit	2		Real	System		2 rows	<input type="checkbox"/>
9	Assignment Kapal			Real	System		1 rows	<input type="checkbox"/>
10	Muatan2			Real	System		0 rows	<input type="checkbox"/>
11	Boiloff	2		Real	System		0 rows	<input type="checkbox"/>
12	Muatan1			Real	System		0 rows	<input type="checkbox"/>
13	Kecepatan Sungai			Real	System		0 rows	<input type="checkbox"/>
14	Kecepatan Laut	2		Real	System		0 rows	<input type="checkbox"/>

Attribute yang digunakan

Attribute - Basic Process					
	Name	Rows	Columns	Data Type	Initial Values
1	Kapal			Real	0 rows
2	Tujuan			Real	0 rows
3	Waktu Mulai Siklus Tujuan 1			Real	0 rows
4	Awal Nunggu InventSource			Real	0 rows
5	Waktu Loading Tujuan 1			Real	0 rows
6	Waktu Sailing to Muara			Real	0 rows
7	Waktu Tunggu Daylight Berangkat			Real	0 rows
8	Waktu Unloading Tujuan 1			Real	0 rows
9	Waktu Bunkering Rest Point			Real	0 rows
10	Waktu Mulai Siklus Tujuan 2			Real	0 rows
11	Waktu Akhir Tujuan 1			Real	0 rows
12	Awal Nunggu InventSource2			Real	0 rows
13	Waktu Loading to Tujuan 2			Real	0 rows
14	Waktu Sailing Source to Tujuan 2			Real	0 rows
15	Waktu Unloading Tujuan 2			Real	0 rows
16	Waktu Bunkering Tujuan 2			Real	0 rows
17	Waktu Sailing Muara to Source			Real	0 rows
18	Waktu Sailing Tujuan 2 to Source			Real	0 rows
19	Waktu Akhir Tujuan 2			Real	0 rows
20	Waktu Sailing Muara to Rest Point			Real	0 rows
21	Waktu Bunkering Rest Point			Real	0 rows
22	Waktu Daylight Rest Point			Real	0 rows
23	Waktu Sailing REst Point to Tujuan			Real	0 rows
24	Waktu Total Sungai Berangkat			Real	0 rows
25	Waktu Total Sungai Berangkat 2			Real	0 rows
26	Waktu Daylight Pulang			Real	0 rows
27	Waktu Sailing Tujuan 1 to Rest			Real	0 rows
28	Waiting in Rest Point			Real	0 rows
29	Waktu Sailing Rest Point to Muara			Real	0 rows
30	Waktu Total Pulang Sungai			Real	0 rows
31	Waktu Total Pulang No Daylight			Real	0 rows

Resource yang digunakan

Resource - Basic Process									
	Name	Type	Capacity	Busy / Hour	Idle / Hour	Per Use	StateSet Name	Failures	Report Statistics
1	Kapal 1	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
2	Kapal 2	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
3	Loader	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
4	unloader Tujuan 1	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓
5	unloader Tujuan 2	Fixed Capacity	1	0.0	0.0	0.0		0 rows	✓

LAMPIRAN 2
Output Pengujian Numerik
Uji Numerik 15

Tujuan 1 : Assignment 2-24

Assignment	Kode Kapal	Kode Tujuan	Periode Mulai	Tunggu InventSource	Jumlah Muatan Loading	Waktu Loading	Kecepatan Kapal di Laut	Waktu Sailing Source to Muara	Kecepatan Kapal di Sungai	Waktu Tunggu Berangkat Daylight Muara	Waktu Sailing Muara to Rest Point
2	2	1	24.000	0.000	3900.000	13.000	8.848	44.531	4.485	0.000	8.540
3	1	1	125.741	0.000	3900.000	13.000	9.458	41.656	4.513	0.000	8.487
4	2	1	186.280	0.000	3900.000	13.000	9.401	41.912	4.967	3.808	7.710
6	2	1	354.121	17.879	3900.000	13.000	9.436	41.753	5.285	10.247	7.247
8	2	1	572.000	2.000	3900.000	13.000	9.256	42.568	5.173	0.000	7.403
9	1	1	595.613	79.387	3900.000	13.000	9.308	42.329	5.776	0.000	6.631
11	1	1	836.812	41.188	3900.000	13.000	9.502	41.466	4.781	8.534	8.011
13	1	1	1086.000	0.000	3900.000	13.000	9.055	43.513	5.014	0.000	7.638
14	2	1	1100.604	80.396	3900.000	13.000	9.147	43.073	5.644	0.000	6.786
16	2	1	1340.063	42.937	3900.000	13.000	9.103	43.280	4.845	5.720	7.904
18	2	1	1601.000	0.000	3900.000	13.000	9.631	40.910	5.064	6.090	7.563
19	1	1	1611.748	74.252	3900.000	13.000	9.709	40.582	4.683	0.000	8.179
21	1	1	1842.997	45.003	3900.000	13.000	8.739	45.085	4.834	2.915	7.923

23	1	1	2112.000	0.000	3900.000	13.000	9.892	39.829	4.428	0.171	8.650
24	2	1	2112.000	79.000	3900.000	13.000	8.589	45.872	4.945	0.000	7.745

Assignment	Waktu Bunkering Rest Point	Waktu Waiting Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Tujuan 1	Waktu Total Sungai Berangkat	Jumlah Boiloff	Muatan Unloading	Waktu unloading	Kecepatan Sungai Pulang	Waktu Tunggu Daylight Pulang Tujuan 1	Waktu Sailing Tujuan 1 to Rest Point
2	6.000	4.928	6.690	26.158	151.512	3748.488	12.495	5.048	4.815	5.943
3	6.000	2.116	6.647	23.250	152.496	3747.504	12.492	4.478	4.861	6.700
4	6.000	10.290	6.039	33.848	101.156	3798.844	12.663	4.614	5.298	6.502
6	6.000	10.753	5.677	39.924	136.056	3763.944	12.546	4.701	5.777	6.381
8	6.000	10.029	5.799	29.231	90.683	3809.317	12.698	5.459	5.503	5.495
9	6.000	6.040	5.194	23.865	140.090	3759.910	12.533	5.186	6.273	5.785
11	6.000	9.989	6.275	38.809	120.858	3779.142	12.597	5.555	5.128	5.400
13	6.000	0.848	5.983	20.470	103.104	3796.896	12.656	5.160	5.361	5.814
14	6.000	3.141	5.315	21.242	126.661	3773.339	12.578	5.622	6.107	5.337
16	6.000	10.096	6.191	35.911	96.753	3803.247	12.677	4.786	5.131	6.268
18	6.000	10.437	5.924	36.014	124.178	3775.822	12.586	4.567	5.490	6.569
19	6.000	3.239	6.407	23.825	152.533	3747.467	12.492	5.857	5.102	5.122
21	6.000	10.077	6.206	33.121	134.542	3765.458	12.552	4.754	5.242	6.310
23	6.000	9.350	6.776	30.946	99.656	3800.344	12.668	5.107	4.556	5.875
24	6.000	0.000	6.066	19.811	107.232	3792.768	12.643	5.294	2.675	5.667

Assignment	Waktu Waiting in Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Muara	Waktu Total Sungai Pulang	Kecepatan Laut Pulang	Waktu Sailing Muara to Source	Periode Akhir Siklus
2	0.000	7.587	24.345	9.437	41.750	186.280
3	0.000	8.554	26.115	9.037	43.597	285.851
4	0.000	8.301	26.101	9.772	40.318	354.121
6	0.000	8.147	26.305	8.189	48.111	553.639
8	0.000	7.015	24.014	8.513	46.280	741.790
9	0.000	7.385	25.442	8.826	44.642	836.812
11	0.000	6.895	23.423	8.749	45.033	1052.328
13	0.000	7.422	24.597	9.552	41.249	1241.485
14	0.000	6.813	24.256	8.772	44.914	1340.063
16	0.000	8.002	25.401	8.083	48.741	1562.011
18	0.000	8.387	26.446	9.217	42.748	1772.704
19	0.000	6.540	22.764	8.887	44.335	1842.997
21	0.000	8.056	25.608	9.393	41.945	2059.311
23	0.000	7.500	23.931	8.749	45.035	2277.410
24	0.000	7.235	21.578	9.652	40.821	2344.723

Tujuan 1 : Assignment 24-55

Assignment	Kode Kapal	Kode Tujuan	Periode Mulai	Tunggu InventSource	Jumlah Muatan Loading	Waktu Loading	Kecepatan Kapal di Laut	Waktu Sailing Source to Muara	Kecepatan Kapal di Sungai	Waktu Tunggu Berangkat Daylight Muara	Waktu Sailing Muara to Rest Point
26	2	1	2344.723	48.277	3900.000	13.000	9.218	42.744	4.809	4.256	7.965
28	1	1	2626.000	0.000	3900.000	13.000	9.150	43.060	5.469	10.940	7.003
30	1	1	2801.795	0.000	3900.000	13.000	9.051	43.529	4.655	2.676	8.228
31	2	1	2816.949	81.051	3900.000	13.000	8.158	48.295	5.610	0.000	6.827
33	1	1	3140.000	0.000	3900.000	13.000	9.356	42.111	4.966	1.889	7.712
35	1	1	3310.000	0.000	3900.000	13.000	8.611	45.753	4.890	0.000	7.832
36	2	1	3324.245	78.755	3900.000	13.000	8.676	45.411	5.591	0.000	6.850
38	1	1	3654.000	0.000	3900.000	13.000	8.741	45.073	5.384	0.000	7.113
40	1	1	3826.000	0.000	3900.000	13.000	8.982	43.866	4.895	10.134	7.824
41	2	1	3827.172	80.828	3900.000	13.000	9.447	41.706	4.927	2.294	7.773
43	2	1	4075.172	34.828	3900.000	13.000	9.640	40.872	4.586	0.000	8.352
45	2	1	4270.809	41.191	3900.000	13.000	8.597	45.829	4.255	2.171	9.002
46	1	1	4340.000	73.000	3900.000	13.000	9.811	40.159	5.110	2.841	7.495
48	1	1	4580.988	34.012	3900.000	13.000	8.916	44.188	5.312	0.000	7.210
50	1	1	4774.283	42.717	3900.000	13.000	8.608	45.770	4.984	1.230	7.684
51	2	1	4854.000	64.000	3900.000	13.000	8.380	47.015	5.336	0.000	7.178
53	1	1	5196.000	0.000	3900.000	13.000	8.132	48.449	5.886	3.551	6.506
55	1	1	5368.000	0.000	3900.000	13.000	9.454	41.676	5.666	6.324	6.759

Assignment	Waktu Bunkering Rest Point	Waktu Waiting Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Tujuan 1	Waktu Total Sungai Berangkat	Jumlah Boiloff	Muatan Unloading	Waktu unloading	Kecepatan Sungai Pulang	Waktu Tunggu Daylight Pulang Tujuan 1	Waktu Sailing Tujuan 1 to Rest Point	Waktu Bunkering Rest Point Pulang
26	6.000	10.035	6.239	34.495	137.724	3762.276	12.541	4.977	5.220	6.028	6.000
28	6.000	10.997	5.485	40.425	110.699	3789.301	12.631	4.860	5.884	6.173	6.000
30	6.000	9.772	6.445	33.120	150.980	3749.020	12.497	5.339	5.059	5.619	6.000
31	6.000	8.877	5.348	27.052	89.353	3810.647	12.702	5.791	5.950	5.181	6.000
33	6.000	10.288	6.041	31.930	142.812	3757.188	12.524	4.487	5.435	6.686	6.000
35	6.000	6.415	6.135	26.382	93.300	3806.700	12.689	4.849	5.176	6.187	6.000
36	6.000	10.739	5.366	28.955	111.325	3788.675	12.629	4.603	6.006	6.518	6.000
38	6.000	0.000	5.572	18.685	96.223	3803.777	12.679	5.396	5.563	5.560	6.000
40	6.000	10.176	6.128	40.262	119.326	3780.674	12.602	4.863	5.270	6.170	6.000
41	6.000	10.227	6.089	32.383	110.637	3789.363	12.631	5.285	5.280	5.676	6.000
43	6.000	2.777	6.542	23.670	124.879	3775.121	12.584	4.681	4.874	6.409	6.000
45	6.000	8.998	7.051	33.223	143.034	3756.966	12.523	4.629	4.425	6.481	6.000
46	6.000	10.505	5.871	32.712	112.532	3787.468	12.625	5.150	5.504	5.825	6.000
48	6.000	0.000	5.647	18.857	104.530	3795.470	12.652	5.196	5.304	5.773	6.000
50	6.000	10.316	6.019	31.249	124.821	3775.179	12.584	5.035	5.397	5.958	6.000
51	6.000	5.807	5.623	24.608	107.408	3792.592	12.642	4.249	5.735	7.061	6.000
53	6.000	0.000	5.096	21.154	107.255	3792.745	12.642	4.470	0.000	6.711	6.000
55	6.000	0.000	5.294	24.378	117.633	3782.367	12.608	5.864	0.000	5.116	6.000

Assignment	Waktu Waiting in Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Muara	Waktu Total Sungai Pulang	Kecepatan Laut Pulang	Waktu Sailing Muara to Source	Periode Akhir Siklus
26	0.000	7.695	24.943	8.499	46.361	2567.084
28	0.000	7.881	25.937	9.671	40.742	2801.795
30	0.000	7.173	23.851	9.273	42.489	2970.281
31	0.000	6.614	23.745	8.244	47.790	3070.585
33	0.000	8.536	26.658	9.093	43.329	3309.552
35	0.000	7.899	25.262	8.452	46.615	3479.702
36	0.000	8.321	26.844	8.315	47.384	3577.223
38	0.000	7.098	24.220	9.452	41.685	3809.343
40	0.000	7.876	25.315	8.435	46.713	4007.758
41	0.000	7.247	24.203	9.110	43.248	4075.172
43	0.000	8.182	25.465	8.713	45.218	4270.809
45	0.000	8.275	25.181	8.743	45.067	4486.823
46	0.000	7.436	24.765	8.809	44.727	4580.988
48	0.000	7.371	24.448	8.539	46.139	4774.283
50	0.000	7.606	24.961	8.768	44.936	4989.500
51	10.939	9.014	38.750	9.161	43.010	5097.024
53	5.044	8.567	26.322	9.048	43.547	5361.114
55	6.222	6.532	23.870	9.191	42.869	5526.401

Tujuan 1 : Assignment 56-85

Assignment	Kode Kapal	Kode Tujuan	Periode Mulai	Tunggu InventSource	Jumlah Muatan Loading	Waktu Loading	Kecepatan Kapal di Laut	Waktu Sailing Source to Muara	Kecepatan Kapal di Sungai	Waktu Tunggu Berangkat Daylight Muara	Waktu Sailing Muara to Rest Point
56	2	1	5368.000	55.000	3900.000	13.000	8.955	43.997	5.300	0.000	7.226
58	1	1	5709.000	0.000	3900.000	13.000	8.053	48.924	4.868	0.000	7.867
60	1	1	5879.000	0.000	3900.000	13.000	8.865	44.447	4.847	0.000	7.901
61	2	1	5879.000	49.000	3900.000	13.000	9.124	43.181	4.336	0.000	8.834
63	2	1	6090.872	39.128	3900.000	13.000	9.242	42.630	5.064	0.000	7.564
65	2	1	6282.363	49.637	3900.000	13.000	9.656	40.802	4.564	3.198	8.392
66	1	1	6390.527	42.473	3900.000	13.000	9.272	42.495	5.400	0.000	7.093
68	1	1	6593.867	41.133	3900.000	13.000	8.636	45.624	4.970	7.376	7.706
70	1	1	6902.000	0.000	3900.000	13.000	8.748	45.037	5.521	4.963	6.937
72	1	1	7074.000	0.000	3900.000	13.000	9.390	41.960	5.501	4.040	6.962
73	2	1	7074.000	66.000	3900.000	13.000	9.655	40.808	5.347	0.000	7.163
75	2	1	7292.443	49.557	3900.000	13.000	8.955	43.998	4.402	0.000	8.701
77	1	1	7584.000	0.000	3900.000	13.000	9.094	43.327	5.253	0.000	7.291
78	2	1	7584.000	61.000	3900.000	13.000	9.425	41.802	5.052	9.198	7.582
80	2	1	7833.859	13.141	3900.000	13.000	8.721	45.178	4.811	0.000	7.962
82	1	1	8100.000	0.000	3900.000	13.000	9.506	41.448	5.533	10.552	6.922
83	2	1	8100.000	50.000	3900.000	13.000	8.498	46.363	4.814	3.637	7.957
85	2	1	8321.186	30.814	3900.000	13.000	9.606	41.016	4.881	0.000	7.847

Assignment	Waktu Bunkering Rest Point	Waktu Waiting Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Tujuan 1	Waktu Total Sungai Berangkat	Jumlah Boiloff	Muatan Unloading	Waktu unloading	Kecepatan Sungai Pulang	Waktu Tunggu Daylight Pulang Tujuan 1	Waktu Sailing Tujuan 1 to Rest Point	Waktu Bunkering Rest Point Pulang
56	6.000	7.777	5.660	26.664	150.919	3749.081	12.497	4.232	5.843	7.088	6.000
58	6.000	4.209	6.162	24.238	145.247	3754.753	12.516	4.726	5.322	6.348	6.000
60	6.000	6.652	6.189	26.742	140.629	3759.371	12.531	4.526	5.280	6.628	6.000
61	6.000	5.985	6.920	27.739	139.743	3760.257	12.534	5.270	4.546	5.693	6.000
63	6.000	0.000	5.925	19.488	150.783	3749.217	12.497	5.639	3.384	5.320	6.000
65	6.000	9.608	6.573	33.771	146.939	3753.061	12.510	4.697	4.917	6.387	6.000
66	6.000	7.412	5.556	26.060	110.185	3789.815	12.633	4.992	5.812	6.010	6.000
68	6.000	10.294	6.036	37.412	122.323	3777.677	12.592	5.463	5.372	5.491	6.000
70	6.000	0.000	5.434	23.334	100.098	3799.902	12.666	4.580	0.000	6.550	6.000
72	6.000	0.000	5.453	22.455	130.434	3769.566	12.565	4.986	0.000	6.017	6.000
73	6.000	0.000	5.611	18.774	153.096	3746.904	12.490	5.217	3.928	5.750	6.000
75	6.000	7.302	6.815	28.817	146.268	3753.732	12.512	4.409	4.673	6.805	6.000
77	6.000	7.382	5.711	26.384	103.587	3796.413	12.655	5.081	5.634	5.904	6.000
78	6.000	10.418	5.939	39.136	113.036	3786.964	12.623	4.269	5.438	7.027	6.000
80	6.000	5.861	6.236	26.058	94.742	3805.258	12.684	5.584	5.080	5.372	6.000
82	6.000	0.000	5.422	28.896	131.525	3768.475	12.562	4.863	0.000	6.169	6.000
83	6.000	10.043	6.232	33.869	124.224	3775.776	12.586	5.018	5.182	5.979	6.000
85	6.000	9.137	6.146	29.130	113.022	3786.978	12.623	5.114	5.231	5.866	6.000

Assignment	Waktu Waiting in Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Muara	Waktu Total Sungai Pulang	Kecepatan Laut Pulang	Waktu Sailing Muara to Source	Periode Akhir Siklus
56	10.912	9.049	38.892	8.575	45.949	5603.998
58	0.000	8.105	25.775	9.156	43.031	5876.484
60	0.000	8.834	26.742	8.175	48.195	6050.658
61	0.000	7.268	23.507	9.182	42.911	6090.872
63	0.000	6.791	21.495	9.109	43.252	6282.363
65	0.000	8.154	25.457	9.089	43.351	6500.892
66	0.000	7.672	25.494	9.567	41.184	6593.867
68	0.000	7.010	23.873	9.419	41.829	6809.330
70	4.414	8.362	25.325	8.972	43.913	7065.275
72	5.003	7.682	24.702	8.572	45.962	7234.644
73	0.000	7.341	23.018	8.883	44.353	7292.443
75	0.000	8.688	26.165	8.778	44.885	7511.377
77	0.000	7.537	25.075	8.782	44.865	7749.306
78	10.973	8.971	38.409	8.977	43.888	7833.859
80	0.000	6.859	23.310	8.975	43.898	8011.129
82	4.926	7.957	25.051	8.827	44.636	8265.593
83	0.000	7.633	24.793	9.711	40.574	8321.186
85	0.000	7.489	24.585	8.880	44.368	8516.722

Tujuan 1 : Assignment 87-117

Assignment	Kode Kapal	Kode Tujuan	Periode Mulai	Tunggu InventSource	Jumlah Muatan Loading	Waktu Loading	Kecepatan Kapal di Laut	Waktu Sailing Source to Muara	Kecepatan Kapal di Sungai	Waktu Tunggu Berangkat Daylight Muara	Waktu Sailing Muara to Rest Point
87	1	1	8613.000	0.000	3900.000	13.000	8.312	47.402	4.829	0.000	7.930
88	2	1	8613.000	42.000	3900.000	13.000	9.097	43.312	5.524	5.688	8.587
90	2	1	8833.934	23.066	3900.000	13.000	9.405	41.893	5.064	0.000	7.562
92	2	1	9044.000	15.000	3900.000	13.000	8.689	45.344	5.864	7.656	6.531
94	2	1	9295.000	13.000	3900.000	13.000	9.093	43.329	5.633	0.671	6.799
95	1	1	9472.000	0.000	3900.000	13.000	9.490	41.519	4.887	6.481	7.836
97	2	1	9643.000	0.000	3900.000	13.000	9.824	40.107	4.476	4.893	8.557
98	1	1	9659.332	6.668	3900.000	13.000	9.607	41.014	5.084	4.986	7.533
100	1	1	9834.018	33.982	3900.000	13.000	9.161	43.006	4.819	0.000	7.948
102	2	1	10054.000	16.000	3900.000	13.000	8.447	46.646	4.409	3.354	8.688
104	2	1	10309.000	13.000	3900.000	13.000	8.387	46.975	4.955	0.000	7.730
105	1	1	10498.000	0.000	3900.000	13.000	9.063	43.472	4.747	10.528	8.068
107	2	1	10670.000	0.000	3900.000	13.000	9.442	41.730	4.238	8.270	9.036
108	1	1	10678.715	4.285	3900.000	13.000	9.819	40.126	4.397	0.000	8.711
110	1	1	10854.065	23.935	3900.000	13.000	8.813	44.704	4.748	0.000	8.067
112	2	1	11065.000	15.000	3900.000	13.000	9.391	41.956	4.880	6.044	7.849
114	2	1	11316.000	13.000	3900.000	13.000	8.739	45.083	5.372	0.000	7.129
115	1	1	11528.000	0.000	3900.000	13.000	8.683	45.377	5.341	10.623	7.171

Assignment	Waktu Bunkering Rest Point	Waktu Waiting Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Tujuan 1	Waktu Total Sungai Berangkat	Jumlah Boiloff	Muatan Unloading	Waktu unloading	Kecepatan Sungai Pulang	Waktu Tunggu Daylight Pulang Tujuan 1	Waktu Sailing Tujuan 1 to Rest Point	Waktu Bunkering Rest Point Pulang
87	6.000	5.668	6.212	25.810	122.222	3777.778	12.593	4.460	5.196	6.726	6.000
88	6.000	9.413	6.726	36.414	92.688	3807.312	12.691	4.774	4.583	6.284	6.000
90	6.000	7.545	5.924	27.031	139.541	3760.459	12.535	4.638	5.542	6.468	6.000
92	6.000	0.000	5.116	25.303	105.188	3794.812	12.649	4.808	0.000	6.240	6.000
94	6.000	0.000	5.326	18.795	85.842	3814.158	12.714	4.436	0.000	6.763	6.000
95	6.000	10.164	6.138	36.619	118.434	3781.566	12.605	4.263	5.257	7.037	6.000
97	6.000	9.443	5.901	34.793	118.400	3781.600	12.605	5.441	5.494	5.514	6.000
98	6.000	10.467	5.514	34.500	129.987	3770.013	12.567	5.698	5.919	5.265	6.000
100	6.000	3.045	6.226	23.220	81.577	3818.423	12.728	4.558	5.046	6.582	6.000
102	6.000	9.312	6.805	34.159	152.268	3747.732	12.492	4.936	4.703	6.078	6.000
104	6.000	1.295	6.055	21.080	126.980	3773.020	12.577	5.542	5.369	5.414	6.000
105	6.000	9.932	6.319	40.848	106.551	3793.449	12.645	4.293	5.036	6.988	6.000
107	6.000	8.964	6.823	39.094	83.106	3816.894	12.723	5.374	4.454	5.583	6.000
108	6.000	6.162	6.823	27.697	136.049	3763.951	25.269	5.213	0.000	5.754	6.000
110	6.000	0.000	6.319	20.386	125.582	3774.418	12.581	4.792	4.329	6.260	6.000
112	6.000	10.151	6.148	36.193	78.507	3821.493	12.738	5.918	5.114	5.069	6.000
114	6.000	4.788	5.584	23.501	80.262	3819.738	12.732	4.914	5.683	6.105	6.000
115	6.000	10.829	5.617	40.240	119.666	3780.334	12.601	5.261	5.782	5.702	6.000

Assignment	Waktu Waiting in Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Muara	Waktu Total Sungai Pulang	Kecepatan Laut Pulang	Waktu Sailing Muara to Source	Periode Akhir Siklus
87	0.000	8.587	26.508	9.073	43.427	8781.739
88	0.000	8.022	24.888	8.102	48.628	8833.934
90	0.000	8.257	26.267	8.933	44.108	9021.833
92	5.464	7.966	25.669	9.716	40.550	9221.516
94	4.398	8.634	25.795	9.126	43.172	9464.806
95	10.963	8.983	38.240	8.688	45.349	9659.332
97	0.000	7.039	24.047	8.359	47.134	9814.687
98	0.000	6.721	23.906	9.156	43.032	9834.018
100	0.000	8.403	26.031	8.280	47.584	10033.570
102	0.000	7.760	24.540	8.527	46.204	10247.041
104	0.000	6.911	23.694	8.782	44.865	10484.190
105	0.000	8.922	26.945	8.994	43.805	10678.715
107	0.000	7.346	23.383	8.664	45.475	10845.404
108	4.153	7.346	23.254	9.444	41.719	10854.065
110	0.000	7.992	24.581	8.792	44.813	11038.065
112	0.000	6.471	22.654	8.162	48.271	11254.811
114	0.000	7.795	25.583	9.143	43.094	11491.994
115	0.000	7.280	24.764	9.026	43.651	11707.633

Tujuan 1 : Assignment 117-146

Assignment	Kode Kapal	Kode Tujuan	Periode Mulai	Tunggu InventSource	Jumlah Muatan Loading	Waktu Loading	Kecepatan Kapal di Laut	Waktu Sailing Source to Muara	Kecepatan Kapal di Sungai	Waktu Tunggu Berangkat Daylight Muara	Waktu Sailing Muara to Rest Point
117	2	1	11699.000	0.000	3900.000	13.000	8.611	45.754	4.838	7.246	7.916
119	1	1	11872.000	0.000	3900.000	13.000	9.022	43.672	4.953	4.328	7.733
120	2	1	11874.083	13.917	3900.000	13.000	9.384	41.985	4.499	0.000	8.514
122	2	1	12074.000	16.000	3900.000	13.000	8.839	44.574	4.509	1.426	8.495
124	2	1	12328.000	13.000	3900.000	13.000	9.279	42.462	4.435	0.000	8.636
125	1	1	12555.000	0.000	3900.000	13.000	8.973	43.908	4.897	0.000	7.821
127	1	1	12725.000	0.000	3900.000	13.000	9.239	42.646	4.721	0.000	8.112
129	1	1	12897.000	0.000	3900.000	13.000	9.360	42.094	4.875	0.000	7.857
130	2	1	12897.000	13.000	3900.000	13.000	8.308	47.422	5.875	0.000	6.520
132	2	1	13094.709	7.291	3900.000	13.000	9.336	42.204	4.452	0.000	8.603
134	2	1	13341.000	13.000	3900.000	13.000	9.489	41.521	5.221	0.000	7.335
135	1	1	13584.000	0.000	3900.000	13.000	8.817	44.685	5.145	0.000	7.444
137	1	1	13757.000	0.000	3900.000	13.000	8.953	44.009	4.439	0.000	8.627
139	1	1	13929.000	0.000	3900.000	13.000	9.334	42.213	4.732	0.000	8.093
140	2	1	13929.000	13.000	3900.000	13.000	8.343	47.224	4.926	0.000	7.775
142	2	1	14110.559	0.000	3900.000	13.000	9.280	42.456	4.310	0.000	8.886
144	2	1	14348.000	13.000	3900.000	13.000	9.510	41.429	4.759	0.000	8.047
146	2	1	14600.000	13.000	3900.000	13.000	8.846	44.541	5.641	0.000	6.790

Assignment	Waktu Bunkering Rest Point	Waktu Waiting Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Tujuan 1	Waktu Total Sungai Berangkat	Jumlah Boiloff	Muatan Unloading	Waktu unloading	Kecepatan Sungai Pulang	Waktu Tunggu Daylight Pulang Tujuan 1	Waktu Sailing Tujuan 1 to Rest Point	Waktu Bunkering Rest Point Pulang
117	6.000	10.084	6.201	37.447	78.871	3821.129	12.737	4.968	5.062	6.038	6.000
119	6.000	10.267	6.669	34.996	151.165	3748.835	12.496	4.960	4.835	6.049	6.000
120	6.000	0.000	6.669	21.182	133.764	3766.236	24.552	5.329	0.000	5.630	6.000
122	6.000	9.505	6.654	32.080	153.808	3746.192	12.487	4.869	4.859	6.161	6.000
124	6.000	1.902	6.764	23.302	101.311	3798.689	12.662	4.772	4.574	6.287	6.000
125	6.000	3.270	6.126	23.218	147.804	3752.196	12.507	5.132	5.366	5.846	6.000
127	6.000	2.242	6.354	22.708	102.341	3797.659	12.659	4.639	4.987	6.467	6.000
129	6.000	0.000	6.154	20.010	110.299	3789.701	12.632	5.516	4.263	5.439	6.000
130	6.000	6.059	5.439	24.017	98.359	3801.641	12.672	4.279	5.889	7.012	6.000
132	6.000	9.193	6.739	30.534	88.290	3811.710	12.706	4.870	4.556	6.161	6.000
134	6.000	0.000	5.746	19.081	114.088	3785.912	12.620	5.022	4.778	5.974	6.000
135	6.000	5.871	5.831	25.146	97.634	3802.366	12.675	4.833	5.495	6.207	6.000
137	6.000	0.363	6.758	21.748	92.369	3807.631	12.692	5.456	4.550	5.498	6.000
139	6.000	0.000	6.340	20.433	84.867	3815.133	12.717	4.816	3.637	6.230	6.000
140	6.000	5.001	6.230	25.005	144.698	3755.302	12.518	4.404	5.253	6.812	6.000
142	6.000	8.099	6.961	29.946	89.896	3810.104	12.700	4.569	4.339	6.566	6.000
144	6.000	0.000	6.303	20.351	143.510	3756.490	12.522	4.683	4.699	6.407	6.000
146	6.000	9.669	5.318	27.777	146.286	3753.714	12.512	4.132	6.169	7.260	6.000

Assignment	Waktu Waiting in Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Muara	Waktu Total Sungai Pulang	Kecepatan Laut Pulang	Waktu Sailing Muara to Source	Periode Akhir Siklus
117	0.000	7.709	24.809	9.532	41.336	11874.083
119	0.000	7.187	24.071	8.881	44.363	12044.599
120	4.651	7.187	23.468	8.540	46.137	12058.325
122	0.000	7.866	24.886	8.787	44.837	12261.865
124	0.000	8.026	24.887	9.299	42.371	12499.684
125	0.000	7.463	24.675	9.425	41.804	12714.113
127	0.000	8.256	25.710	9.062	43.478	12885.201
129	0.000	6.944	22.646	9.708	40.587	13047.970
130	10.988	8.951	38.840	8.081	48.758	13094.709
132	0.000	7.865	24.581	9.316	42.293	13267.319
134	0.000	7.626	24.378	9.161	43.010	13507.610
135	0.000	7.925	25.627	9.745	40.432	13745.564
137	0.000	7.019	23.068	9.140	43.108	13914.626
139	0.000	7.953	23.820	9.375	42.026	14083.209
140	0.000	8.696	26.760	8.944	44.051	14110.559
142	0.000	8.382	25.287	8.678	45.405	14279.352
144	0.000	8.179	25.285	8.821	44.664	14518.250
146	10.740	9.268	39.437	8.803	44.759	14795.027

Tujuan 1 : Assignment 147-176

Assignment	Kode Kapal	Kode Tujuan	Periode Mulai	Tunggu InventSource	Jumlah Muatan Loading	Waktu Loading	Kecepatan Kapal di Laut	Waktu Sailing Source to Muara	Kecepatan Kapal di Sungai	Waktu Tunggu Berangkat Daylight Muara	Waktu Sailing Muara to Rest Point
147	1	1	14784.000	0.000	3900.000	13.000	9.247	42.609	5.332	0.000	7.183
149	1	1	14956.000	0.000	3900.000	13.000	9.355	42.118	4.910	0.000	7.800
150	2	1	14956.000	13.000	3900.000	13.000	8.486	46.428	4.618	0.572	8.294
152	2	1	15138.093	0.000	3900.000	13.000	9.437	41.751	5.725	4.156	6.690
154	2	1	15359.000	13.000	3900.000	13.000	9.180	42.920	4.481	9.080	8.547
155	1	1	15477.339	0.000	3900.000	13.000	8.074	48.796	5.936	0.000	6.452
157	1	1	15644.920	0.000	3900.000	13.000	9.519	41.389	5.230	1.692	7.323
159	2	1	15867.000	13.000	3900.000	13.000	8.887	44.336	4.815	3.664	7.954
161	2	1	16118.000	13.000	3900.000	13.000	9.185	42.898	4.523	0.000	8.467
162	1	1	16326.000	0.000	3900.000	13.000	8.870	44.422	5.248	0.000	7.298
164	1	1	16496.000	0.000	3900.000	13.000	8.723	45.166	4.703	10.834	6.781
165	2	1	16496.000	13.000	3900.000	13.000	9.179	42.923	5.648	0.077	6.781
167	2	1	16678.291	0.000	3900.000	13.000	9.775	40.307	4.425	1.402	8.656
169	2	1	16874.000	13.000	3900.000	13.000	8.770	44.926	5.145	4.074	7.445
171	2	1	17127.000	13.000	3900.000	13.000	8.993	43.812	5.498	0.000	6.966
172	1	1	17354.000	0.000	3900.000	13.000	9.421	41.821	4.570	0.000	8.381
174	1	1	17527.000	0.000	3900.000	13.000	9.223	42.719	5.245	0.000	7.303
176	1	1	17699.000	0.000	3900.000	13.000	9.334	42.214	4.663	10.786	8.213

Assignment	Waktu Bunkering Rest Point	Waktu Waiting Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Tujuan 1	Waktu Total Sungai Berangkat	Jumlah Boiloff	Muatan Unloading	Waktu unloading	Kecepatan Sungai Pulang	Waktu Tunggu Daylight Pulang Tujuan 1	Waktu Sailing Tujuan 1 to Rest Point	Waktu Bunkering Rest Point Pulang
147	6.000	8.208	5.626	27.017	116.449	3783.551	12.612	5.394	5.762	5.561	6.000
149	6.000	4.082	6.497	24.379	109.724	3790.276	12.634	5.198	4.869	5.772	6.000
150	6.000	9.706	5.772	30.343	130.769	3769.231	12.564	5.314	5.664	5.645	6.000
152	6.000	0.000	5.241	22.087	114.031	3785.969	12.620	5.104	0.000	5.877	6.000
154	6.000	9.453	6.695	39.774	145.023	3754.977	12.517	4.854	4.789	6.181	6.000
155	6.000	5.413	5.054	22.919	106.807	3793.193	12.644	4.310	6.302	6.960	6.000
157	6.000	10.677	5.736	31.428	134.971	3765.029	12.550	5.047	5.714	5.944	6.000
159	6.000	10.046	6.230	33.894	98.095	3801.905	12.673	4.703	5.097	6.379	6.000
161	6.000	3.635	6.632	24.734	108.164	3791.836	12.639	5.328	4.728	5.631	6.000
162	6.000	0.280	5.716	19.295	139.049	3760.951	12.537	5.502	5.747	5.453	6.000
164	6.000	0.000	5.312	28.927	91.860	3808.140	12.694	5.898	0.000	5.086	6.000
165	6.000	0.000	5.312	18.170	92.641	3807.359	25.385	5.248	4.522	5.717	6.000
167	6.000	9.344	6.780	32.182	87.235	3812.765	12.709	4.513	4.511	6.647	6.000
169	6.000	10.555	5.831	33.906	126.746	3773.254	12.578	5.291	5.591	5.670	6.000
171	6.000	3.222	5.457	21.645	145.927	3754.073	12.514	4.908	6.030	6.113	6.000
172	6.000	5.798	6.565	26.744	89.042	3810.958	12.703	4.378	4.732	6.853	6.000
174	6.000	0.978	5.720	20.001	102.471	3797.529	12.658	4.978	5.621	6.026	6.000
176	6.000	9.787	5.249	40.036	79.164	3820.836	12.736	4.665	6.015	6.431	6.000

Assignment	Waktu Waiting in Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Muara	Waktu Total Sungai Pulang	Kecepatan Laut Pulang	Waktu Sailing Muara to Source	Periode Akhir Siklus
147	0.000	7.100	24.423	9.481	41.558	14945.219
149	0.000	7.368	24.009	8.362	47.120	15119.260
150	0.000	7.207	24.517	9.327	42.241	15138.093
152	5.572	7.503	24.952	8.846	44.539	15297.042
154	0.000	7.891	24.860	8.889	44.326	15549.397
155	0.000	8.886	28.148	9.365	42.073	15644.920
157	0.000	7.589	25.247	9.283	42.441	15810.974
159	0.000	8.144	25.620	9.025	43.654	16053.177
161	0.000	7.189	23.548	8.412	46.836	16294.656
162	0.000	6.961	24.161	8.616	45.730	16485.144
164	6.127	7.298	24.512	9.015	43.706	16664.004
165	0.000	7.298	23.537	8.514	46.276	16678.291
167	0.000	8.487	25.645	9.553	41.242	16843.376
169	0.000	7.239	24.501	9.652	40.819	17056.728
171	0.000	7.804	25.947	9.593	41.070	17297.988
172	0.000	8.749	26.333	8.521	46.238	17520.839
174	0.000	7.693	25.341	8.589	45.872	17686.591
176	0.000	7.940	26.386	8.316	47.377	17880.748

Tujuan 1 : Assignment 177-206

Assignment	Kode Kapal	Kode Tujuan	Periode Mulai	Tunggu InventSource	Jumlah Muatan Loading	Waktu Loading	Kecepatan Kapal di Laut	Waktu Sailing Source to Muara	Kecepatan Kapal di Sungai	Waktu Tunggu Berangkat Daylight Muara	Waktu Sailing Muara to Rest Point
177	2	1	17699.000	13.000	3900.000	13.000	8.215	47.964	5.715	0.000	6.702
179	2	1	17889.796	7.204	3900.000	13.000	8.989	43.833	5.012	3.167	7.642
181	2	1	18138.000	13.000	3900.000	13.000	8.522	46.233	5.384	10.767	7.114
182	1	1	18259.322	0.000	3900.000	13.000	9.033	43.619	4.706	1.059	8.139
184	1	1	18424.831	0.000	3900.000	13.000	8.762	44.969	4.665	2.201	8.211
186	2	1	18643.000	13.000	3900.000	13.000	8.470	46.515	5.047	9.485	7.589
187	1	1	18766.669	0.000	3900.000	13.000	9.243	42.626	5.705	0.000	6.713
189	1	1	18932.421	0.000	3900.000	13.000	9.062	43.480	5.019	0.098	7.630
191	2	1	19149.000	13.000	3900.000	13.000	8.408	46.859	5.585	7.141	6.857
193	2	1	19403.000	13.000	3900.000	13.000	8.813	44.709	4.361	0.000	8.782
194	1	1	19589.000	0.000	3900.000	13.000	8.556	46.049	4.616	0.000	8.297
196	1	1	19761.000	0.000	3900.000	13.000	8.322	47.343	5.058	7.657	7.572
197	2	1	19761.000	13.000	3900.000	13.000	8.721	45.177	5.271	0.000	7.266
199	2	1	19953.456	1.871	3900.000	13.000	9.274	42.484	5.703	10.189	6.716
201	2	1	20158.000	13.000	3900.000	13.000	9.015	43.705	4.753	9.295	8.059
202	1	1	20279.000	0.000	3900.000	13.000	8.854	44.499	5.163	0.000	7.419
204	1	1	20444.058	0.000	3900.000	13.000	8.438	46.691	5.055	0.000	7.576
206	2	1	20659.000	13.000	3900.000	13.000	9.035	43.610	5.070	0.000	7.554

Assignment	Waktu Bunkering Rest Point	Waktu Waiting Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Tujuan 1	Waktu Total Sungai Berangkat	Jumlah Boiloff	Muatan Unloading	Waktu unloading	Kecepatan Sungai Pulang	Waktu Tunggu Daylight Pulang Tujuan 1	Waktu Sailing Tujuan 1 to Rest Point	Waktu Bunkering Rest Point Pulang
177	6.000	3.335	5.249	21.286	117.455	3782.545	25.345	4.824	0.000	6.219	6.000
179	6.000	10.358	5.986	33.152	97.231	3802.769	12.676	5.234	5.338	5.732	6.000
181	6.000	10.886	5.572	40.339	105.811	3794.189	12.647	4.762	5.780	6.300	6.000
182	6.000	9.861	6.375	31.434	111.057	3788.943	12.630	5.256	4.995	5.708	6.000
184	6.000	9.789	6.431	32.632	135.622	3764.378	12.548	5.311	5.021	5.649	6.000
186	6.000	10.411	5.944	39.429	88.569	3811.431	12.705	5.458	5.351	5.496	6.000
187	6.000	9.992	5.258	27.964	84.590	3815.410	12.718	5.171	6.024	5.801	6.000
189	6.000	10.370	5.977	30.075	82.148	3817.852	12.726	5.759	5.297	5.209	6.000
191	6.000	0.000	5.371	25.369	121.517	3778.483	12.595	5.853	0.000	5.126	6.000
193	6.000	4.509	6.879	26.170	89.218	3810.782	12.703	5.452	4.418	5.502	6.000
194	6.000	0.000	6.499	20.795	113.540	3786.460	12.622	4.911	3.534	6.109	6.000
196	6.000	10.428	5.692	37.349	130.437	3769.563	12.565	5.268	5.743	5.695	6.000
197	6.000	7.557	5.692	26.515	80.520	3819.480	25.297	4.471	0.000	6.709	6.000
199	6.000	0.000	5.260	28.165	97.652	3802.348	12.674	4.624	0.000	6.488	6.000
201	6.000	9.941	6.312	39.607	100.070	3799.930	12.666	5.681	5.021	5.281	6.000
202	6.000	7.082	5.811	26.312	125.556	3774.444	12.581	5.023	5.607	5.972	6.000
204	6.000	7.675	5.934	27.185	144.778	3755.222	12.517	5.694	5.548	5.268	6.000
206	6.000	0.000	5.917	19.471	90.379	3809.621	12.699	5.070	4.220	5.917	6.000

Assignment	Waktu Waiting in Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Muara	Waktu Total Sungai Pulang	Kecepatan Laut Pulang	Waktu Sailing Muara to Source	Periode Akhir Siklus
177	5.187	7.940	25.346	8.784	44.856	17889.796
179	0.000	7.318	24.388	9.359	42.098	18066.147
181	0.000	8.043	26.123	9.143	43.093	18332.436
182	0.000	7.287	23.990	9.648	40.836	18424.831
184	0.000	7.212	23.882	9.338	42.195	18594.056
186	0.000	7.017	23.865	9.745	40.431	18831.945
187	0.000	7.406	25.231	8.911	44.214	18932.421
189	0.000	6.650	23.156	8.677	45.409	19100.268
191	6.051	6.544	23.721	9.571	41.168	19324.712
193	0.000	7.025	22.945	8.546	46.104	19581.631
194	0.000	7.799	23.442	8.388	46.972	19751.880
196	0.000	8.565	26.003	8.743	45.067	19942.327
197	4.302	8.565	25.577	8.977	43.891	19953.456
199	4.862	8.283	25.633	8.318	47.367	20124.650
201	0.000	6.742	23.044	8.168	48.234	20351.257
202	0.000	7.625	25.204	9.065	43.462	20444.058
204	0.000	6.726	23.543	9.161	43.008	20610.002
206	0.000	7.554	23.690	8.935	44.095	20828.565

Tujuan 1 : Assignment 208-236

Assignment	Kode Kapal	Kode Tujuan	Periode Mulai	Tunggu InventSource	Jumlah Muatan Loading	Waktu Loading	Kecepatan Kapal di Laut	Waktu Sailing Source to Muara	Kecepatan Kapal di Sungai	Waktu Tunggu Berangkat Daylight Muara	Waktu Sailing Muara to Rest Point
208	2	1	20911.000	13.000	3900.000	13.000	8.753	45.012	5.501	0.000	6.963
209	1	1	21137.000	0.000	3900.000	13.000	9.163	43.001	5.196	3.999	7.371
211	1	1	21310.000	0.000	3900.000	13.000	8.722	45.174	5.918	0.000	6.472
213	2	1	21480.000	0.000	3900.000	13.000	9.150	43.059	5.173	0.000	7.404
214	1	1	21480.015	12.985	3900.000	13.000	8.655	45.521	4.853	5.479	7.891
216	1	1	21670.405	9.595	3900.000	13.000	8.821	44.666	4.701	0.000	8.148
218	2	1	21918.000	13.000	3900.000	13.000	9.692	40.651	4.636	4.349	8.261
219	1	1	22166.000	0.000	3900.000	13.000	9.772	40.319	5.248	9.681	7.298
221	2	1	22339.000	0.000	3900.000	13.000	9.298	42.374	5.029	2.626	7.615
223	1	1	22511.000	0.000	3900.000	13.000	9.083	43.377	5.552	0.000	6.898
224	2	1	22511.000	13.000	3900.000	13.000	8.327	47.318	5.814	4.682	6.588
226	2	1	22685.902	2.462	3900.000	13.000	9.195	42.849	4.234	0.000	9.046
228	2	1	22924.000	13.000	3900.000	13.000	9.159	43.018	4.782	3.982	8.009
230	2	1	23176.000	13.000	3900.000	13.000	9.630	40.912	5.078	0.000	7.542
231	1	1	23370.000	0.000	3900.000	13.000	9.378	42.013	4.914	3.987	7.794
233	1	1	23543.000	0.000	3900.000	13.000	9.163	43.000	5.546	0.000	6.905
234	2	1	23543.000	13.000	3900.000	13.000	9.047	43.551	5.651	8.449	6.778
236	2	1	23717.354	8.199	3900.000	13.000	9.111	43.244	4.290	7.202	8.927

Assignment	Waktu Bunkering Rest Point	Waktu Waiting Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Tujuan 1	Waktu Total Sungai Berangkat	Jumlah Boiloff	Muatan Unloading	Waktu unloading	Kecepatan Sungai Pulang	Waktu Tunggu Daylight Pulang Tujuan 1	Waktu Sailing Tujuan 1 to Rest Point	Waktu Bunkering Rest Point Pulang
208	6.000	10.026	5.454	28.442	91.711	3808.289	12.694	4.779	5.852	6.278	6.000
209	6.000	10.629	5.774	33.773	90.179	3809.821	12.699	5.936	5.527	5.054	6.000
211	6.000	8.354	5.069	25.895	125.473	3774.527	12.582	4.313	6.349	6.956	6.000
213	6.000	7.537	6.181	27.122	108.941	3791.059	12.637	4.109	5.182	7.300	6.000
214	6.000	10.109	7.300	36.780	90.426	3809.574	12.699	4.634	4.001	6.474	6.000
216	6.000	0.000	6.382	20.530	103.524	3796.476	12.655	4.788	2.149	6.266	6.000
218	6.000	9.739	6.471	34.820	155.677	3744.323	12.481	5.333	5.048	5.626	6.000
219	6.000	10.702	5.717	39.397	88.513	3811.487	12.705	5.180	5.578	5.791	6.000
221	6.000	10.385	5.965	32.591	96.918	3803.082	12.677	5.034	5.358	5.959	6.000
223	6.000	8.724	5.160	26.783	124.201	3775.799	12.586	5.284	6.254	5.678	6.000
224	6.000	0.000	5.160	22.430	93.972	3806.028	12.687	4.487	0.000	6.686	6.000
226	6.000	0.000	7.085	22.131	88.586	3811.414	12.705	5.246	1.952	5.718	6.000
228	6.000	9.991	6.273	34.255	87.011	3812.989	12.710	4.345	5.017	6.904	6.000
230	6.000	4.546	5.908	23.996	124.611	3775.389	12.585	4.290	5.508	6.992	6.000
231	6.000	10.206	6.105	34.092	93.141	3806.859	12.690	5.091	5.205	5.893	6.000
233	6.000	9.095	5.309	27.309	78.961	3821.039	12.737	4.574	5.954	6.559	6.000
234	6.000	0.000	5.309	26.536	110.190	3789.810	12.633	4.867	0.000	6.163	6.000
236	6.000	9.073	6.993	38.195	105.274	3794.726	12.649	5.289	4.358	5.672	6.000

Assignment	Waktu Waiting in Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Muara	Waktu Total Sungai Pulang	Kecepatan Laut Pulang	Waktu Sailing Muara to Source	Periode Akhir Siklus
208	0.000	8.015	26.145	9.099	43.300	21092.593
209	0.000	6.453	23.034	8.999	43.780	21306.287
211	0.000	8.881	28.186	8.721	45.178	21480.015
213	10.700	8.265	37.447	9.237	42.653	21655.918
214	0.000	8.265	24.740	8.821	44.666	21670.405
216	0.000	7.999	22.415	8.829	44.624	21837.889
218	0.000	7.182	23.856	8.907	44.236	22100.044
219	0.000	7.393	24.763	8.416	46.816	22343.000
221	0.000	7.608	24.925	8.944	44.051	22508.617
223	0.000	8.536	26.468	9.348	42.150	22675.364
224	4.879	8.536	26.101	9.761	40.366	22685.902
226	0.000	7.300	20.971	9.256	42.567	22842.586
228	0.000	8.814	26.734	9.533	41.332	23108.050
230	0.000	8.927	27.427	9.357	42.109	23349.028
231	0.000	7.523	24.622	9.158	43.022	23539.438
233	0.000	7.869	26.382	8.361	47.126	23712.553
234	5.118	7.869	25.150	9.732	40.485	23717.354
236	0.000	7.242	23.273	9.236	42.661	23898.576

Tujuan 1 : Assignment 238-267

Assignment	Kode Kapal	Kode Tujuan	Periode Mulai	Tunggu InventSource	Jumlah Muatan Loading	Waktu Loading	Kecepatan Kapal di Laut	Waktu Sailing Source to Muara	Kecepatan Kapal di Sungai	Waktu Tunggu Berangkat Daylight Muara	Waktu Sailing Muara to Rest Point
238	2	1	23931.000	13.000	3900.000	13.000	8.782	44.862	5.388	3.138	7.108
240	2	1	24185.000	13.000	3900.000	13.000	9.233	42.673	5.264	0.000	7.276
241	1	1	24405.000	0.000	3900.000	13.000	8.712	45.227	4.662	0.000	8.215
243	1	1	24575.000	0.000	3900.000	13.000	9.174	42.948	4.933	0.000	7.765
245	1	1	24747.000	0.000	3900.000	13.000	8.727	45.145	4.608	0.000	8.312
246	2	1	24747.000	13.000	3900.000	13.000	8.727	45.146	4.686	2.854	8.173
248	2	1	24945.000	13.000	3900.000	13.000	9.534	41.327	5.724	0.673	6.691
250	2	1	25197.000	13.000	3900.000	13.000	8.377	47.032	5.503	6.968	6.960
251	1	1	25434.000	0.000	3900.000	13.000	9.175	42.942	4.271	3.058	8.967
253	1	1	25606.000	0.000	3900.000	13.000	9.315	42.296	5.478	0.000	6.992
255	1	1	25777.000	0.000	3900.000	13.000	8.806	44.744	5.745	0.000	6.666
256	2	1	25777.000	13.000	3900.000	13.000	8.898	44.282	5.506	5.718	6.957
258	2	1	25953.000	13.000	3900.000	13.000	8.540	46.137	5.346	0.000	7.164
260	2	1	26205.000	13.000	3900.000	13.000	9.143	43.095	4.822	10.905	7.943
261	1	1	26327.311	0.000	3900.000	13.000	8.721	45.181	5.285	0.000	7.246
263	1	1	26492.976	0.000	3900.000	13.000	9.183	42.907	4.332	0.116	8.841
265	2	1	26708.000	13.000	3900.000	13.000	9.355	42.115	4.753	0.000	8.059
267	2	1	26963.000	13.000	3900.000	13.000	9.724	40.520	5.373	0.000	7.128

Assignment	Waktu Bunkering Rest Point	Waktu Waiting Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Tujuan 1	Waktu Total Sungai Berangkat	Jumlah Boiloff	Muatan Unloading	Waktu unloading	Kecepatan Sungai Pulang	Waktu Tunggu Daylight Pulang Tujuan 1	Waktu Sailing Tujuan 1 to Rest Point	Waktu Bunkering Rest Point Pulang
238	6.000	10.892	5.568	32.706	85.575	3814.425	12.715	4.745	5.718	6.323	6.000
240	6.000	2.051	5.699	21.026	87.807	3812.193	12.707	4.468	5.593	6.714	6.000
241	6.000	7.558	6.434	28.207	135.697	3764.303	12.548	5.185	5.018	5.786	6.000
243	6.000	8.287	6.082	28.134	105.965	3794.035	12.647	4.455	5.271	6.734	6.000
245	6.000	1.543	6.402	22.257	96.814	3803.186	12.677	5.140	4.921	5.836	6.000
246	6.000	9.827	5.836	32.690	138.312	3761.688	12.539	4.794	5.625	6.258	6.000
248	6.000	0.000	5.241	18.606	98.251	3801.749	12.672	5.228	0.000	5.738	6.000
250	6.000	0.000	5.451	25.379	86.645	3813.355	12.711	4.900	0.000	6.123	6.000
251	6.000	9.033	7.024	34.082	109.250	3790.750	12.636	5.283	4.340	5.679	6.000
253	6.000	10.712	5.477	29.181	126.570	3773.430	12.578	5.315	5.945	5.644	6.000
255	6.000	5.590	5.449	23.705	116.357	3783.643	12.612	4.876	5.939	6.153	6.000
256	6.000	0.000	5.449	24.124	87.054	3812.946	12.710	5.336	0.000	5.622	6.000
258	6.000	6.699	5.611	25.474	89.323	3810.677	12.702	4.678	5.687	6.414	6.000
260	6.000	10.057	6.222	41.127	86.622	3813.378	12.711	5.279	5.067	5.683	6.000
261	6.000	6.262	5.676	25.184	150.617	3749.383	12.498	4.757	5.826	6.307	6.000
263	6.000	9.159	6.925	31.041	99.364	3800.636	12.669	4.928	4.406	6.088	6.000
265	6.000	0.000	6.312	20.371	85.850	3814.150	12.714	5.217	3.800	5.751	6.000
267	6.000	10.352	5.583	29.063	82.582	3817.418	12.725	5.427	5.692	5.528	6.000

Assignment	Waktu Waiting in Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Muara	Waktu Total Sungai Pulang	Kecepatan Laut Pulang	Waktu Sailing Muara to Source	Periode Akhir Siklus
238	0.000	8.072	26.113	9.273	42.490	24115.885
240	0.000	8.572	26.880	8.290	47.526	24361.812
241	0.000	7.387	24.192	9.179	42.924	24571.098
243	0.000	8.597	26.603	9.491	41.512	24739.844
245	0.000	7.451	24.208	9.312	42.311	24906.598
246	0.000	7.989	25.872	8.740	45.082	24934.329
248	5.657	7.326	24.721	9.260	42.547	25110.872
250	4.755	7.817	24.695	9.221	42.730	25375.547
251	0.000	7.250	23.268	9.213	42.766	25602.694
253	0.000	7.205	24.794	8.383	47.001	25774.851
255	0.000	7.177	25.268	9.578	41.138	25937.467
256	5.263	7.177	24.062	9.002	43.769	25951.946
258	0.000	8.188	26.288	9.229	42.692	26132.293
260	0.000	7.255	24.005	8.234	47.849	26399.788
261	0.000	8.051	26.184	9.033	43.618	26492.976
263	0.000	7.773	24.267	8.987	43.840	26660.700
265	0.000	7.342	22.892	9.072	43.428	26875.520
267	0.000	7.057	24.277	8.960	43.973	27139.558

Tujuan 1 : Assignment 268-297

Assignment	Kode Kapal	Kode Tujuan	Periode Mulai	Tunggu InventSource	Jumlah Muatan Loading	Waktu Loading	Kecepatan Kapal di Laut	Waktu Sailing Source to Muara	Kecepatan Kapal di Sungai	Waktu Tunggu Berangkat Daylight Muara	Waktu Sailing Muara to Rest Point
268	1	1	27154.000	0.000	3900.000	13.000	8.598	45.823	5.122	8.177	7.478
270	2	1	27326.000	0.000	3900.000	13.000	8.526	46.213	5.033	3.787	7.610
271	1	1	27329.403	9.597	3900.000	13.000	8.938	44.082	4.726	0.000	8.103
273	1	1	27509.935	4.304	3900.000	13.000	8.756	45.000	4.675	8.761	8.192
275	2	1	27717.000	13.000	3900.000	13.000	9.683	40.689	4.860	0.000	7.881
277	2	1	27972.000	13.000	3900.000	13.000	9.048	43.544	4.339	0.000	8.826
278	1	1	28186.000	0.000	3900.000	13.000	9.130	43.157	5.328	10.843	7.189
280	2	1	28356.000	0.000	3900.000	13.000	8.916	44.189	4.768	7.811	8.033
282	1	1	28526.000	0.000	3900.000	13.000	9.230	42.686	5.491	7.314	6.975
283	2	1	28528.548	10.452	3900.000	13.000	8.598	45.824	5.083	0.000	7.535
285	2	1	28732.000	13.000	3900.000	13.000	9.514	41.415	5.034	5.585	7.608
287	2	1	28987.000	13.000	3900.000	13.000	9.140	43.109	5.364	0.000	7.140
288	1	1	29213.000	0.000	3900.000	13.000	9.182	42.909	5.054	0.000	7.579
290	1	1	29384.000	0.000	3900.000	13.000	8.960	43.975	5.345	0.000	7.166
292	1	1	29557.000	0.000	3900.000	13.000	8.941	44.066	4.552	6.934	8.414
293	2	1	29557.000	13.000	3900.000	13.000	9.148	43.070	5.804	0.000	6.599
295	2	1	29745.000	13.000	3900.000	13.000	8.753	45.011	5.021	0.000	7.627
297	2	1	29997.000	13.000	3900.000	13.000	9.550	41.255	5.613	0.000	6.824

Assignment	Waktu Bunkering Rest Point	Waktu Waiting Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Tujuan 1	Waktu Total Sungai Berangkat	Jumlah Boiloff	Muatan Unloading	Waktu unloading	Kecepatan Sungai Pulang	Waktu Tunggu Daylight Pulang Tujuan 1	Waktu Sailing Tujuan 1 to Rest Point	Waktu Bunkering Rest Point Pulang
268	6.000	10.522	5.857	38.035	81.745	3818.255	12.728	5.726	5.415	5.240	6.000
270	6.000	10.390	6.347	34.134	115.846	3784.154	12.614	4.704	5.039	6.377	6.000
271	6.000	2.814	6.347	23.265	85.210	3814.790	25.330	5.068	0.000	5.920	6.000
273	6.000	9.808	6.416	39.177	141.445	3758.555	12.529	4.119	5.055	7.283	6.000
275	6.000	0.000	6.173	20.054	97.979	3802.021	12.673	5.153	4.584	5.821	6.000
277	6.000	4.630	6.914	26.370	116.521	3783.479	12.612	5.432	4.475	5.523	6.000
278	6.000	10.811	5.631	40.475	136.074	3763.926	12.546	4.667	5.822	6.428	6.000
280	6.000	9.967	6.292	38.104	154.729	3745.271	12.484	5.885	5.223	5.097	6.000
282	6.000	0.000	5.902	26.191	100.048	3799.952	12.667	4.849	0.000	6.187	6.000
283	6.000	1.641	5.902	21.078	87.816	3812.184	14.349	5.121	3.749	5.858	6.000
285	6.000	10.392	5.959	35.544	126.978	3773.022	12.577	5.325	5.464	5.634	6.000
287	6.000	0.000	5.593	18.733	116.066	3783.934	12.613	5.684	5.545	5.278	6.000
288	6.000	2.512	5.936	22.027	122.614	3777.386	12.591	5.095	5.472	5.889	6.000
290	6.000	0.000	5.613	18.779	83.730	3816.270	12.721	5.002	4.525	5.998	6.000
292	6.000	9.586	5.169	36.103	90.435	3809.565	12.699	5.298	6.132	5.662	6.000
293	6.000	6.331	5.169	24.099	145.976	3754.024	25.212	4.901	0.000	6.121	6.000
295	6.000	7.361	5.975	26.963	89.907	3810.093	12.700	5.557	5.325	5.399	6.000
297	6.000	0.000	5.345	18.169	147.903	3752.097	12.507	4.789	6.069	6.265	6.000

Assignment	Waktu Waiting in Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Muara	Waktu Total Sungai Pulang	Kecepatan Laut Pulang	Waktu Sailing Muara to Source	Periode Akhir Siklus
268	0.000	6.689	23.344	9.276	42.474	27329.403
270	0.000	7.558	24.974	8.893	44.304	27501.239
271	4.403	7.558	23.880	9.522	41.377	27509.935
273	10.717	9.298	38.353	8.986	43.848	27706.146
275	0.000	7.432	23.837	8.293	47.513	27887.766
277	0.000	7.051	23.049	9.124	43.182	28146.756
278	0.000	8.206	26.457	8.561	46.023	28367.657
280	0.000	6.508	22.829	9.394	41.943	28528.548
282	4.270	7.478	23.935	8.471	46.513	28690.991
283	0.000	7.478	23.086	8.637	45.617	28701.953
285	0.000	7.193	24.291	9.398	41.924	28913.751
287	0.000	6.739	23.562	9.049	43.542	29154.559
288	0.000	7.518	24.879	8.980	43.875	29372.281
290	0.000	7.657	24.180	8.962	43.965	29540.619
292	0.000	7.815	25.609	8.304	47.449	29735.926
293	5.497	7.815	25.434	9.379	42.011	29742.826
295	0.000	6.892	23.616	8.889	44.325	29923.615
297	0.000	7.998	26.332	8.141	48.396	30169.658

Tujuan 1 : Assignment 298-327

Assignment	Kode Kapal	Kode Tujuan	Periode Mulai	Tunggu InventSource	Jumlah Muatan Loading	Waktu Loading	Kecepatan Kapal di Laut	Waktu Sailing Source to Muara	Kecepatan Kapal di Sungai	Waktu Tunggu Berangkat Daylight Muara	Waktu Sailing Muara to Rest Point
298	1	1	30239.000	0.000	3900.000	13.000	9.414	41.850	5.092	0.000	7.521
300	1	1	30411.000	0.000	3900.000	13.000	8.360	47.131	4.915	0.000	7.793
302	1	1	30582.000	0.000	3900.000	13.000	8.563	46.014	4.334	0.000	8.837
303	2	1	30582.000	13.000	3900.000	13.000	8.659	45.500	5.193	0.000	7.375
305	2	1	30760.454	4.546	3900.000	13.000	8.457	46.588	5.150	0.000	7.438
307	2	1	31003.000	13.000	3900.000	13.000	8.326	47.319	4.932	8.681	7.765
309	2	1	31256.000	13.000	3900.000	13.000	8.479	46.466	5.499	0.000	6.965
310	1	1	31440.000	0.000	3900.000	13.000	8.628	45.663	5.573	0.000	6.872
312	1	1	31612.000	0.000	3900.000	13.000	8.428	46.750	4.843	0.000	7.909
313	2	1	31612.000	13.000	3900.000	13.000	9.056	43.507	4.485	3.493	8.539
315	2	1	31793.366	0.000	3900.000	13.000	8.037	49.026	4.352	0.000	8.800
317	2	1	32008.000	13.000	3900.000	13.000	9.172	42.957	5.062	0.000	7.566
319	2	1	32259.000	13.000	3900.000	13.000	9.754	40.393	4.830	7.607	7.929
320	1	1	32469.000	0.000	3900.000	13.000	8.771	44.921	4.733	0.000	8.093
322	1	1	32641.000	0.000	3900.000	13.000	8.992	43.814	5.236	0.000	7.315
324	1	1	32813.000	0.000	3900.000	13.000	8.572	45.965	4.458	0.000	8.591
325	2	1	32813.000	13.000	3900.000	13.000	8.776	44.897	4.714	1.103	8.124
327	2	1	33018.000	13.000	3900.000	13.000	9.601	41.038	5.304	0.000	7.221

Assignment	Waktu Bunkering Rest Point	Waktu Waiting Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Tujuan 1	Waktu Total Sungai Berangkat	Jumlah Boiloff	Muatan Unloading	Waktu unloading	Kecepatan Sungai Pulang	Waktu Tunggu Daylight Pulang Tujuan 1	Waktu Sailing Tujuan 1 to Rest Point	Waktu Bunkering Rest Point Pulang
298	6.000	9.628	5.891	29.041	108.102	3791.898	12.640	5.649	5.469	5.310	6.000
300	6.000	0.077	6.104	19.974	119.696	3780.304	12.601	4.786	5.295	6.268	6.000
302	6.000	0.000	5.777	20.614	104.214	3795.786	12.653	4.402	2.719	6.816	6.000
303	6.000	10.125	6.816	30.315	96.493	3803.507	12.678	5.516	4.506	5.438	6.000
305	6.000	6.974	5.826	26.238	86.116	3813.884	12.713	4.955	5.461	6.054	6.000
307	6.000	10.235	6.082	38.763	131.182	3768.818	12.563	4.805	5.355	6.243	6.000
309	6.000	7.568	5.456	25.990	144.018	3755.982	12.520	4.087	6.024	7.339	6.000
310	6.000	5.464	5.383	23.720	108.781	3791.219	12.637	4.918	5.980	6.100	6.000
312	6.000	0.000	6.689	20.598	97.700	3802.300	12.674	5.567	3.978	5.389	6.000
313	6.000	9.461	5.389	32.881	124.063	3775.937	12.586	5.317	6.025	5.643	6.000
315	6.000	6.808	6.893	28.501	126.647	3773.353	12.578	5.427	4.529	5.528	6.000
317	6.000	2.477	5.927	21.970	86.991	3813.009	12.710	4.547	5.363	6.597	6.000
319	6.000	10.071	6.211	37.818	120.921	3779.079	12.597	4.508	5.192	6.655	6.000
320	6.000	7.986	6.339	28.418	113.480	3786.520	12.622	4.857	5.039	6.176	6.000
322	6.000	5.870	5.730	24.916	97.585	3802.415	12.675	4.974	5.595	6.031	6.000
324	6.000	0.000	6.363	20.955	146.980	3753.020	12.510	4.918	3.570	6.100	6.000
325	6.000	9.876	6.100	31.202	142.208	3757.792	12.526	5.704	5.375	5.259	6.000
327	6.000	2.741	5.656	21.618	124.778	3775.222	12.584	5.636	5.760	5.323	6.000

Assignment	Waktu Waiting in Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Muara	Waktu Total Sungai Pulang	Kecepatan Laut Pulang	Waktu Sailing Muara to Source	Periode Akhir Siklus
298	0.000	6.780	23.559	8.781	44.869	30403.959
300	0.000	8.003	25.566	9.742	40.444	30569.715
302	0.000	8.701	24.236	9.260	42.547	30741.064
303	0.000	6.943	22.887	9.593	41.073	30760.454
305	0.000	7.729	25.245	8.820	44.672	30933.456
307	0.000	7.970	25.568	9.740	40.451	31193.664
309	10.661	9.370	39.394	8.599	45.819	31452.189
310	0.000	7.788	25.868	8.779	44.878	31605.767
312	0.000	6.880	22.246	8.846	44.540	31771.809
313	0.000	7.204	24.871	9.490	41.519	31793.366
315	0.000	7.058	23.115	8.463	46.558	31966.144
317	0.000	8.422	26.383	8.482	46.454	32184.474
319	0.000	8.497	26.344	8.719	45.186	32447.338
320	0.000	7.885	25.101	9.593	41.072	32634.133
322	0.000	7.700	25.326	8.575	45.950	32806.680
324	0.000	7.787	23.457	8.908	44.230	32973.116
325	0.000	6.715	23.349	9.131	43.150	32994.124
327	0.000	6.795	23.878	8.801	44.766	33187.884

Tujuan 1 : Assignment 298-327

Assignment	Kode Kapal	Kode Tujuan	Periode Mulai	Tunggu InventSource	Jumlah Muatan Loading	Waktu Loading	Kecepatan Kapal di Laut	Waktu Sailing Source to Muara	Kecepatan Kapal di Sungai	Waktu Tunggu Berangkat Daylight Muara	Waktu Sailing Muara to Rest Point
329	2	1	33272.000	13.000	3900.000	13.000	8.980	43.874	4.738	0.000	8.084
330	1	1	33495.000	0.000	3900.000	13.000	8.887	44.336	4.913	4.664	7.795
332	1	1	33668.000	0.000	3900.000	13.000	8.474	46.494	4.496	0.000	8.519
334	1	1	33838.000	0.000	3900.000	13.000	9.403	41.902	5.329	0.098	7.188
335	2	1	33838.000	13.000	3900.000	13.000	8.852	44.512	4.853	8.488	7.892
337	2	1	34030.909	8.091	3900.000	13.000	8.840	44.569	4.981	0.000	7.690
339	2	1	34278.000	13.000	3900.000	13.000	9.219	42.736	4.068	2.264	9.414
340	1	1	34522.000	0.000	3900.000	13.000	8.763	44.962	5.082	9.038	7.537
342	2	1	34695.000	0.000	3900.000	13.000	8.855	44.496	5.419	4.504	7.068
344	1	1	34866.000	0.000	3900.000	13.000	8.858	44.480	4.995	1.520	7.667
345	2	1	34870.831	8.169	3900.000	13.000	8.480	46.461	4.882	10.539	7.846

Assignment	Waktu Bunkering Rest Point	Waktu Waiting Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Tujuan 1	Waktu Total Sungai Berangkat	Jumlah Boiloff	Muatan Unloading	Waktu unloading	Kecepatan Sungai Pulang	Waktu Tunggu Daylight Pulang Tujuan 1	Waktu Sailing Tujuan 1 to Rest Point	Waktu Bunkering Rest Point Pulang
329	6.000	9.042	6.332	29.458	117.453	3782.547	12.608	5.194	5.059	5.776	6.000
330	6.000	10.205	6.106	34.770	83.568	3816.432	12.721	5.320	5.172	5.639	6.000

332	6.000	6.987	6.673	28.179	144.735	3755.265	12.518	4.428	4.810	6.774	6.000
334	6.000	10.812	6.182	30.280	103.529	3796.471	12.655	4.956	5.163	6.053	6.000
335	6.000	10.108	6.053	38.542	137.919	3762.081	12.540	5.578	5.406	5.378	6.000
337	6.000	0.000	6.023	19.713	112.526	3787.474	12.625	4.647	4.093	6.456	6.000
339	6.000	8.586	7.374	33.638	137.887	3762.113	12.540	5.477	4.086	5.477	6.000
340	6.000	10.463	5.903	38.942	89.804	3810.196	12.701	4.607	5.396	6.512	6.000
342	6.000	10.932	5.536	34.040	114.286	3785.714	12.619	4.319	5.844	6.946	6.000
344	6.000	10.333	6.145	31.665	132.321	3767.679	12.559	4.981	5.296	6.023	6.000
345	6.000	10.154	6.023	40.562	132.620	3767.380	12.558	4.673	5.419	6.419	6.000
Assignment	Waktu Waiting in Rest Point	Waktu Sailing Rest Point to Muara	Waktu Total Sungai Pulang	Kecepatan Laut Pulang	Waktu Sailing Muara to Source	Periode Akhir Siklus					
329	0.000	7.374	24.210	8.873	44.404	33452.555					
330	0.000	7.199	24.010	9.245	42.616	33666.454					
332	0.000	8.649	26.233	9.474	41.588	33836.011					
334	0.000	7.728	24.945	9.133	43.140	34003.922					
335	0.000	6.866	23.651	8.266	47.664	34030.909					
337	0.000	8.242	24.791	9.242	42.630	34196.328					
339	0.000	6.992	22.555	8.680	45.389	34460.858					
340	0.000	8.314	26.222	9.173	42.951	34700.778					
342	0.000	8.868	27.659	8.951	44.017	34870.831					
344	0.000	7.689	25.008	9.474	41.587	35034.299					
345	0.000	8.195	26.033	9.018							

Tujuan 2 : Assignment 1-47

Assignment	Kode Kapal	Waktu Mulai Siklus	Tunggu InventSource	Waktu Loading	Kecepatan Laut to Tujuan 2	Waktu Sailing Source to Tujuan 2	Jumlah Boiloff	Jumlah Muatan Unloading	Waktu Unloading	Kecepatan Laut to Source	Waktu Sailing Tujuan 2 to Source	Waktu Akhir Siklus
1	1	0.00	0.00	13.00	8.76	46.34	96.47	3803.53	12.68	8.34	47.72	125.74
5	1	285.85	0.00	13.00	8.60	47.22	146.05	3753.95	12.51	9.53	40.92	405.50
7	1	405.50	67.50	13.00	8.96	45.33	95.82	3804.18	12.68	9.33	45.60	595.61
10	2	741.79	35.21	13.00	8.95	45.40	84.59	3815.41	12.72	8.80	41.89	896.01
12	2	914.00	65.00	13.00	8.94	45.42	133.97	3766.03	12.55	9.65	44.63	1100.60
15	1	1241.49	40.51	13.00	8.17	49.72	98.50	3801.50	12.67	8.96	44.97	1408.37
17	1	1428.00	56.00	13.00	8.54	47.54	110.80	3789.20	12.63	8.87	48.57	1611.75
20	2	1772.70	14.30	13.00	9.61	42.27	94.83	3805.17	12.68	9.07	42.57	1903.53
22	2	1941.00	48.00	13.00	9.95	40.83	125.27	3774.73	12.58	9.18	49.89	2111.30
25	1	2277.41	14.59	13.00	8.08	50.28	101.35	3798.65	12.66	8.86	45.42	2419.36
27	1	2456.00	38.00	13.00	8.92	45.55	155.20	3744.80	12.48	8.89	45.34	2616.37
29	2	2626.00	70.00	13.00	9.58	42.38	142.97	3757.03	12.52	8.96	47.04	2816.95
32	1	2970.28	28.72	13.00	9.65	42.09	134.33	3765.67	12.55	8.93	46.51	3119.15
34	2	3140.00	61.00	13.00	9.13	44.48	86.30	3813.70	12.71	9.30	47.05	3324.25
37	1	3482.00	22.00	13.00	8.77	46.32	146.63	3753.37	12.51	9.15	45.12	3626.96
39	2	3654.00	52.00	13.00	8.33	48.79	153.53	3746.47	12.49	9.27	40.89	3827.17
42	1	4007.76	1.24	13.00	9.86	41.21	145.58	3754.42	12.51	8.49	45.09	4126.82
44	1	4169.00	42.00	13.00	9.04	44.93	103.35	3796.65	12.66	8.72	49.90	4337.48
47	2	4506.00	8.00	13.00	9.10	44.66	143.72	3756.28	12.52	8.45	41.85	4632.04

Tujuan 2 : Assignment 49-93

Assignment	Kode Kapal	Waktu Mulai Siklus	Tunggu InventSource	Waktu Loading	Kecepatan Laut to Tujuan 2	Waktu Sailing Source to Tujuan 2	Jumlah Boiloff	Jumlah Muatan Unloading	Waktu Unloading	Kecepatan Laut to Source	Waktu Sailing Tujuan 2 to Source	Waktu Akhir Siklus
49	2	4682.00	34.00	13.00	9.37	43.34	126.19	3773.81	12.58	9.10	46.42	4837.34
52	1	5008.00	11.00	13.00	9.19	44.21	121.47	3778.53	12.60	9.43	47.97	5142.78
54	2	5196.00	25.00	13.00	8.16	49.76	109.58	3790.42	12.63	8.68	45.63	5348.03
57	1	5526.40	0.00	13.00	8.61	47.17	98.18	3801.82	12.67	9.37	43.64	5648.88
59	2	5709.00	17.00	13.00	9.48	42.85	136.87	3763.13	12.54	8.73	46.00	5846.40
62	1	6050.66	0.00	13.00	9.01	45.10	150.13	3749.87	12.50	9.60	44.60	6171.85
64	1	6267.00	0.00	13.00	9.21	44.12	120.06	3779.94	12.60	8.37	47.80	6390.53
67	2	6519.00	15.00	13.00	8.20	49.56	107.90	3792.10	12.64	8.51	47.79	6662.99
69	2	6731.00	5.00	13.00	8.94	45.46	131.98	3768.02	12.56	9.10	44.79	6857.82
71	2	6902.00	36.00	13.00	9.23	44.02	146.44	3753.56	12.51	8.36	46.81	7060.34
74	1	7273.00	0.00	13.00	9.57	42.44	124.77	3775.23	12.58	8.71	43.29	7390.31
76	1	7414.00	29.00	13.00	9.05	44.88	80.84	3819.16	12.73	8.70	46.28	7565.89
79	1	7780.00	0.00	13.00	9.11	44.57	103.22	3796.78	12.66	9.36	48.90	7905.12
81	1	7928.00	20.00	13.00	9.13	44.48	116.94	3783.06	12.61	9.30	47.51	8071.60
84	1	8285.00	0.00	13.00	8.88	45.75	82.82	3817.18	12.72	8.70	44.18	8406.65
86	1	8442.00	11.00	13.00	9.03	44.98	153.83	3746.17	12.49	8.96	46.58	8576.05
89	1	8789.00	0.00	13.00	9.51	42.73	81.74	3818.26	12.73	8.91	43.46	8906.92
91	1	9044.00	0.00	13.00	9.38	43.30	125.46	3774.54	12.58	8.80	46.33	9165.21
93	1	9295.00	0.00	13.00	8.58	47.36	124.80	3775.20	12.58	9.36	47.30	9421.23

Tujuan 2 : Assignment 96-141

Assignment	Kode Kapal	Waktu Mulai Siklus	Tunggu InventSource	Waktu Loading	Kecepatan Laut to Tujuan 2	Waktu Sailing Source to Tujuan 2	Jumlah Boiloff	Jumlah Muatan Unloading	Waktu Unloading	Kecepatan Laut to Source	Waktu Sailing Tujuan 2 to Source	Waktu Akhir Siklus
96	2	9472.00	13.00	13.00	8.57	47.37	83.81	3816.19	12.72	8.87	45.68	9609.8
99	2	9814.69	0.00	13.00	8.60	47.26	106.84	3793.16	12.64	9.21	47.29	9940.9
101	1	10054.00	0.00	13.00	9.37	43.37	83.95	3816.05	12.72	8.42	47.56	10176.6
103	1	10309.00	0.00	13.00	8.56	47.45	100.70	3799.30	12.66	9.17	45.09	10433.2
106	2	10498.00	13.00	13.00	9.44	43.03	126.46	3773.54	12.58	9.10	46.33	10631.9
109	2	10845.40	0.00	13.00	8.81	46.12	125.42	3774.58	12.58	9.06	47.50	10970.6
111	1	11065.00	0.00	13.00	8.66	46.92	143.74	3756.26	12.52	9.48	44.97	11188.4
113	1	11316.00	0.00	13.00	9.19	44.19	110.75	3789.25	12.63	9.05	44.45	11436.3
116	2	11528.00	13.00	13.00	8.56	47.45	111.57	3788.43	12.63	9.69	43.28	11663.4
118	1	11707.63	4.37	13.00	8.86	45.84	101.07	3798.93	12.66	9.21	44.72	11834.2
121	1	12074.00	0.00	13.00	8.24	49.27	87.60	3812.40	12.71	8.68	42.60	12197.6
123	1	12328.00	0.00	13.00	9.03	44.97	103.83	3796.17	12.65	9.16	42.47	12447.1
126	2	12555.00	13.00	13.00	9.65	42.07	89.58	3810.42	12.70	9.57	44.83	12686.6
128	2	12725.00	13.00	13.00	8.61	47.20	92.80	3807.20	12.69	9.27	44.62	12861.5
131	1	13089.00	0.00	13.00	8.74	46.45	128.49	3771.51	12.57	9.27	44.54	13211.6
133	1	13341.00	0.00	13.00	9.08	44.72	123.73	3776.27	12.59	9.27	46.94	13464.3
136	2	13584.00	13.00	13.00	8.81	46.11	95.73	3804.27	12.68	8.94	41.55	13716.3
138	2	13757.00	13.00	13.00	8.99	45.17	138.62	3761.38	12.54	9.49	50.28	13897.0
141	1	14097.00	0.00	13.00	9.37	43.33	137.87	3762.13	12.54	8.45	44.87	14216.7

Tujuan 2 : Assignment 143-188

Assignment	Kode Kapal	Waktu Mulai Siklus	Tunggu InventSource	Waktu Loading	Kecepatan Laut to Tujuan 2	Waktu Sailing Source to Tujuan 2	Jumlah Boiloff	Jumlah Muatan Unloading	Waktu Unloading	Kecepatan Laut to Source	Waktu Sailing Tujuan 2 to Source	Waktu Akhir Siklus
143	1	14348.00	0.00	13.00	9.19	44.21	113.13	3786.87	12.62	8.45	43.27	14467.1
145	1	14600.00	0.00	13.00	9.46	42.92	154.42	3745.58	12.49	8.78	47.06	14721.5
148	2	14795.03	1.97	13.00	8.87	45.81	85.10	3814.90	12.72	9.71	42.49	14917.0
151	1	15119.26	0.00	13.00	9.00	45.13	78.88	3821.12	12.74	8.75	47.20	15243.3
153	1	15359.00	0.00	13.00	9.47	42.88	94.89	3805.11	12.68	8.23	43.78	15477.3
156	2	15612.00	0.00	13.00	9.32	43.60	81.49	3818.51	12.73	8.87	42.07	15729.4
158	1	15867.00	0.00	13.00	8.75	46.44	133.02	3766.98	12.56	8.66	42.01	15987.0
160	1	16118.00	0.00	13.00	9.07	44.79	84.40	3815.60	12.72	9.63	41.72	16236.2
163	2	16326.00	13.00	13.00	8.96	45.36	150.90	3749.10	12.50	9.14	43.19	16459.0
166	1	16664.00	0.00	13.00	8.70	46.71	132.17	3767.83	12.56	8.55	47.32	16789.6
168	1	16874.00	0.00	13.00	9.12	44.54	102.60	3797.40	12.66	8.61	49.16	16999.4
170	1	17127.00	0.00	13.00	9.73	41.74	113.57	3786.43	12.62	9.21	49.54	17249.9
173	2	17354.00	13.00	13.00	9.27	43.81	117.79	3782.21	12.61	9.95	45.50	17487.9
175	2	17527.00	13.00	13.00	9.82	41.38	103.43	3796.57	12.66	9.63	46.34	17659.4
178	1	17884.00	0.00	13.00	8.37	48.55	99.11	3800.89	12.67	8.96	43.27	18007.5
180	1	18138.00	0.00	13.00	8.94	45.41	142.63	3757.37	12.52	8.43	44.38	18259.3
183	2	18388.00	0.00	13.00	8.66	46.90	87.59	3812.41	12.71	8.85	43.71	18510.3
185	1	18643.00	0.00	13.00	9.34	43.48	88.39	3811.61	12.71	8.93	48.48	18766.7
188	2	18897.00	0.00	13.00	8.89	45.69	116.08	3783.92	12.61	8.26	42.15	19016.5

Tujuan 2 : Assignment 190-235

Assignment	Kode Kapal	Waktu Mulai Siklus	Tunggu InventSource	Waktu Loading	Kecepatan Laut to Tujuan 2	Waktu Sailing Source to Tujuan 2	Jumlah Boiloff	Jumlah Muatan Unloading	Waktu Unloading	Kecepatan Laut to Source	Waktu Sailing Tujuan 2 to Source	Waktu Akhir Siklus
190	1	19149.00	0.00	13.00	8.12	50.00	84.38	3815.62	12.72	9.20	44.49	19275.2
192	1	19403.00	0.00	13.00	8.48	47.88	150.43	3749.57	12.50	8.73	47.48	19529.9
195	2	19589.00	13.00	13.00	8.77	46.29	148.41	3751.59	12.51	9.07	45.29	19725.1
198	1	19942.33	0.00	13.00	9.54	42.58	83.46	3816.54	12.72	8.73	44.09	20060.7
200	1	20158.00	0.00	13.00	9.59	42.36	151.79	3748.21	12.49	9.28	43.59	20275.4
203	2	20408.00	0.00	13.00	9.13	44.50	137.30	3762.70	12.54	9.70	44.73	20528.8
205	1	20659.00	0.00	13.00	9.14	44.44	108.57	3791.43	12.64	9.13	46.64	20781.7
207	1	20911.00	0.00	13.00	9.48	42.86	123.10	3776.90	12.59	8.47	45.03	21030.5
210	2	21137.00	13.00	13.00	8.84	45.94	142.14	3757.86	12.53	8.37	45.43	21272.9
212	2	21310.00	13.00	13.00	8.58	47.32	104.33	3795.67	12.65	8.88	46.09	21448.1
215	2	21667.00	0.00	13.00	8.54	47.59	134.55	3765.45	12.55	9.10	45.25	21791.4
217	1	21918.00	0.00	13.00	8.66	46.92	139.40	3760.60	12.54	8.31	50.03	22046.5
220	2	22166.00	13.00	13.00	8.91	45.60	149.81	3750.19	12.50	8.95	44.56	22300.7
222	1	22343.00	9.00	13.00	8.97	45.28	127.22	3772.78	12.58	8.67	47.74	22476.6
225	1	22675.36	0.00	13.00	9.23	44.02	92.64	3807.36	12.69	8.82	45.02	22796.1
227	1	22924.00	0.00	13.00	8.58	47.36	108.91	3791.09	12.64	8.87	42.21	23045.2
229	1	23176.00	0.00	13.00	8.91	45.60	132.11	3767.89	12.56	9.29	42.94	23296.1
232	2	23370.00	13.00	13.00	8.57	47.42	125.99	3774.01	12.58	8.19	44.59	23506.6
235	1	23712.55	0.00	13.00	8.58	47.32	125.20	3774.80	12.58	8.57	43.01	23834.5

Tujuan 2 : Assignment 237-281

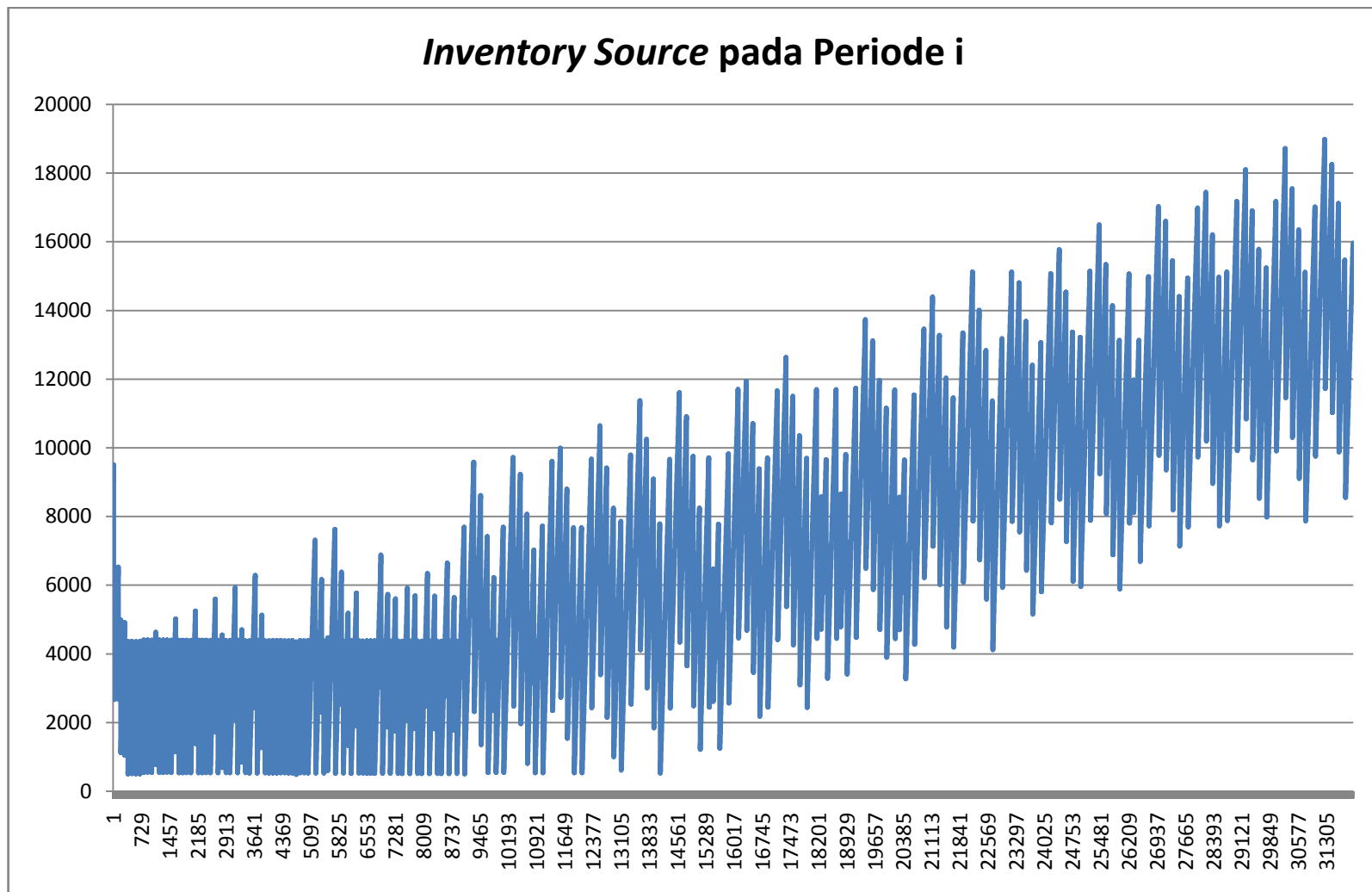
Assignment	Kode Kapal	Waktu Mulai Siklus	Tunggu InventSource	Waktu Loading	Kecepatan Laut to Tujuan 2	Waktu Sailing Source to Tujuan 2	Jumlah Boiloff	Jumlah Muatan Unloading	Waktu Unloading	Kecepatan Laut to Source	Waktu Sailing Tujuan 2 to Source	Waktu Akhir Siklus
237	1	23931.0	0.00	13.00	8.79	46.19	90.98	3809.02	12.70	8.72	44.72	24053.6
239	1	24185.0	0.00	13.00	9.06	44.86	93.17	3806.83	12.69	9.44	45.59	24307.1
242	2	24405.0	13.00	13.00	9.82	41.38	123.44	3776.56	12.59	8.42	45.27	24536.2
244	2	24575.0	13.00	13.00	9.14	44.44	83.20	3816.80	12.72	9.41	43.14	24707.3
247	1	24945.0	0.00	13.00	8.90	45.64	122.40	3777.60	12.59	8.42	43.59	25065.8
249	1	25197.0	0.00	13.00	8.87	45.82	149.20	3750.80	12.50	9.04	48.89	25323.2
252	2	25434.0	13.00	13.00	8.46	48.00	119.00	3781.00	12.60	9.48	47.16	25573.8
254	2	25606.0	13.00	13.00	8.27	49.14	86.70	3813.30	12.71	8.88	42.87	25742.7
257	1	25953.0	0.00	13.00	9.32	43.59	124.53	3775.47	12.58	9.44	44.10	26072.3
259	1	26205.0	0.00	13.00	9.22	44.08	104.36	3795.64	12.65	9.12	46.58	26327.3
262	2	26458.0	0.00	13.00	8.87	45.81	141.33	3758.67	12.53	8.39	46.99	26582.3
264	1	26708.0	0.00	13.00	8.79	46.22	83.46	3816.54	12.72	8.25	46.34	26832.3
266	1	26963.0	0.00	13.00	8.79	46.21	103.23	3796.77	12.66	8.91	43.67	27084.5
269	2	27154.0	13.00	13.00	8.83	46.01	144.61	3755.39	12.52	8.41	41.52	27286.0
272	2	27501.2	0.00	13.00	8.95	45.40	136.10	3763.90	12.55	9.15	49.59	27627.8
274	1	27717.0	0.00	13.00	9.02	45.02	79.43	3820.57	12.74	8.32	43.46	27837.2
276	1	27972.0	0.00	13.00	9.06	44.86	82.38	3817.62	12.73	9.27	43.47	28092.1
279	2	28186.0	13.00	13.00	9.53	42.63	128.06	3771.94	12.57	8.12	43.68	28316.9
281	1	28367.7	1.34	13.00	9.54	42.60	83.94	3816.06	12.72	8.57	44.84	28488.2

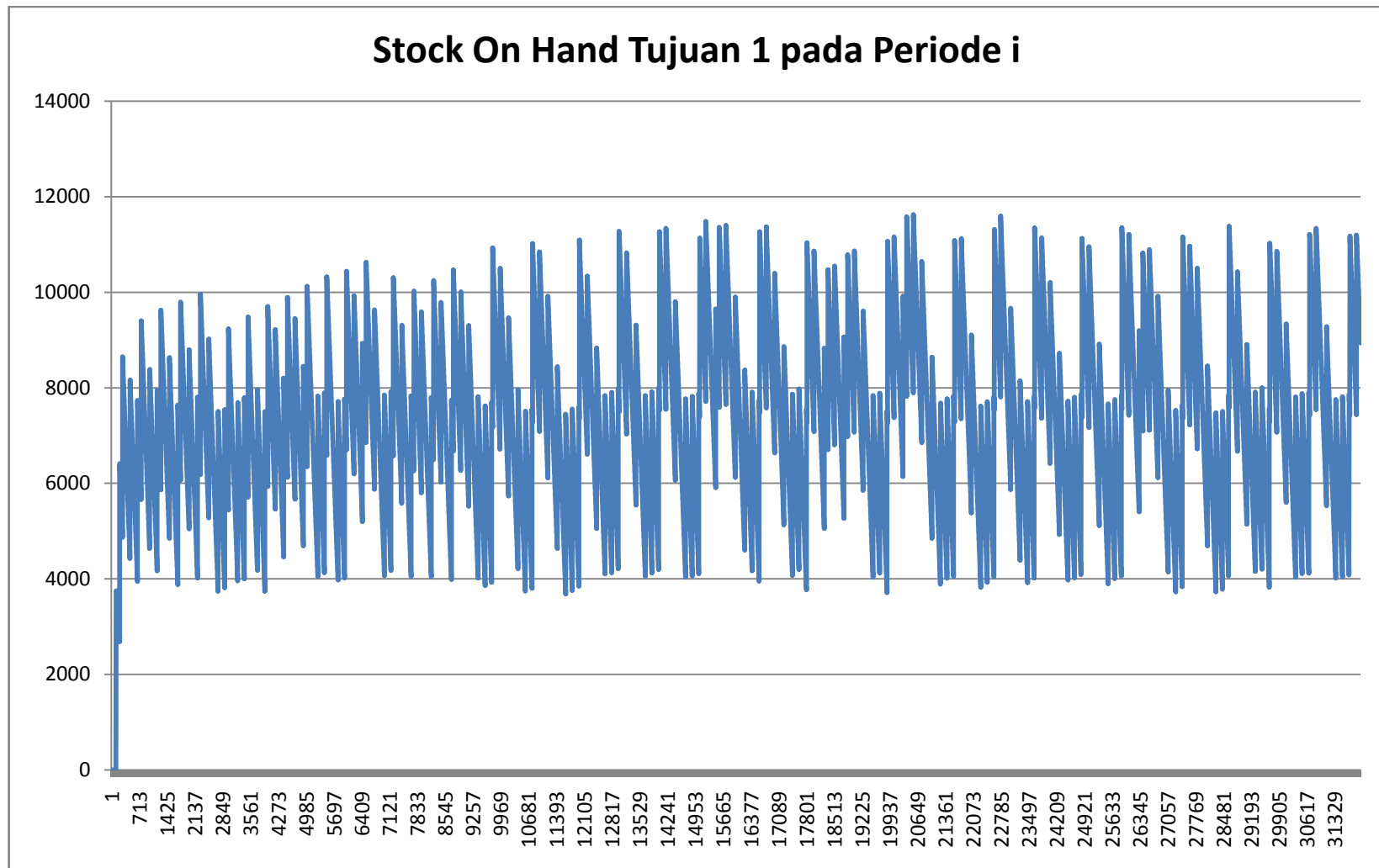
Tujuan 2 : Assignment 284-328

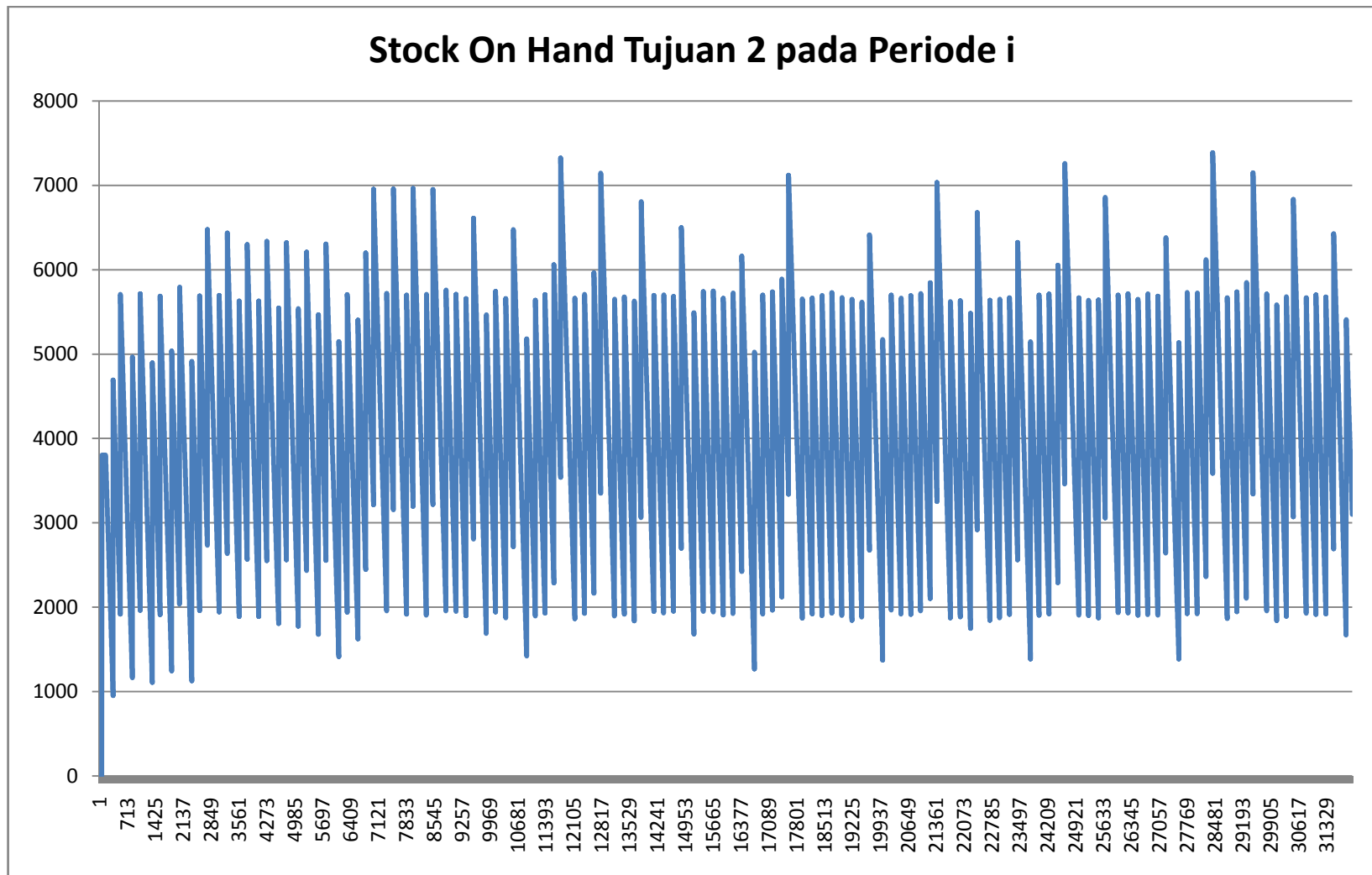
Assignment	Kode Kapal	Waktu Mulai Siklus	Tunggu InventSource	Waktu Loading	Kecepatan Laut to Tujuan 2	Waktu Sailing Source to Tujuan 2	Jumlah Boiloff	Jumlah Muatan Unloading	Waktu Unloading	Kecepatan Laut to Source	Waktu Sailing Tujuan 2 to Source	Waktu Akhir Siklus
284	1	28732.0	0.00	13.00	8.34	48.68	85.94	3814.06	12.71	8.72	46.87	28859.3
286	1	28987.0	0.00	13.00	9.43	43.08	93.79	3806.21	12.69	9.34	44.48	29106.2
289	2	29213.0	13.00	13.00	8.60	47.21	144.03	3755.97	12.52	8.47	42.75	29347.5
291	2	29384.0	13.00	13.00	9.33	43.54	80.18	3819.82	12.73	9.65	46.48	29518.7
294	1	29745.0	0.00	13.00	9.39	43.24	131.91	3768.09	12.56	9.30	43.85	29863.7
296	1	29997.0	0.00	13.00	8.11	50.07	142.97	3757.03	12.52	9.28	46.50	30125.1
299	2	30239.0	13.00	13.00	9.73	41.75	97.19	3802.81	12.68	8.44	45.89	30371.3
301	2	30411.0	13.00	13.00	9.14	44.44	124.28	3775.72	12.59	8.89	47.35	30547.4
304	1	30752.0	0.00	13.00	9.04	44.96	145.36	3754.64	12.52	9.60	42.71	30871.2
306	1	31003.0	0.00	13.00	9.13	44.50	98.59	3801.41	12.67	9.22	50.33	31129.5
308	1	31256.0	0.00	13.00	9.01	45.10	130.16	3769.84	12.57	9.33	42.83	31375.5
311	2	31452.2	0.81	13.00	8.38	48.48	152.12	3747.88	12.49	8.83	48.17	31581.1
314	1	31771.8	0.00	13.00	8.67	46.83	145.15	3754.85	12.52	8.84	48.12	31898.3
316	1	32008.0	0.00	13.00	9.52	42.66	125.60	3774.40	12.58	8.70	44.70	32126.9
318	1	32259.0	0.00	13.00	8.70	46.67	103.57	3796.43	12.65	8.33	48.06	32385.4
321	2	32469.0	13.00	13.00	9.14	44.42	88.51	3811.49	12.70	8.98	47.28	32605.4
323	2	32641.0	13.00	13.00	8.60	47.21	125.53	3774.47	12.58	9.87	47.54	32780.3
326	1	33018.0	0.00	13.00	9.43	43.09	88.48	3811.52	12.71	8.96	48.65	33141.4
328	1	33272.0	0.00	13.00	9.29	43.73	151.82	3748.18	12.49	9.03	48.60	33395.8

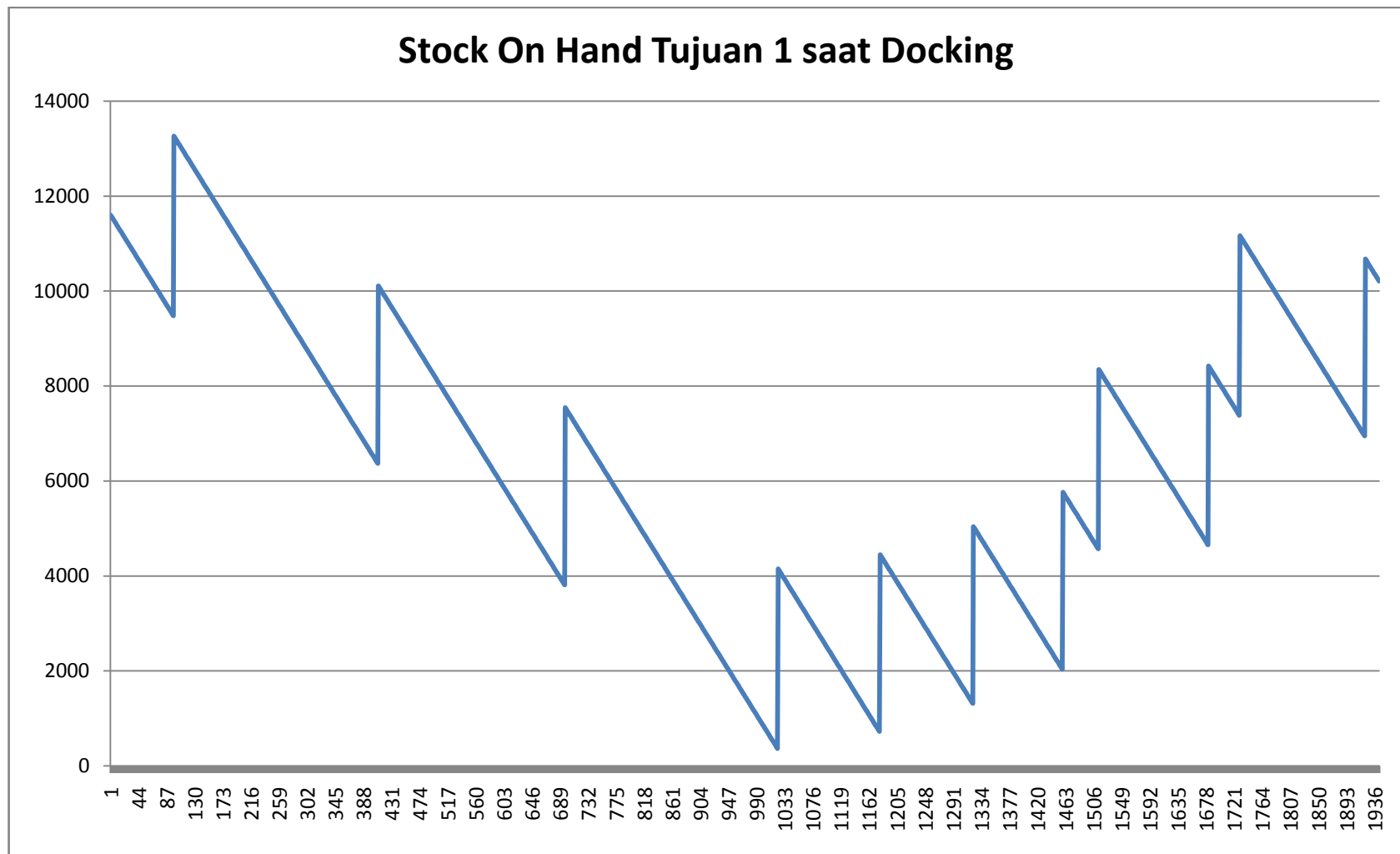
Tujuan 2 : Assignment 331-346

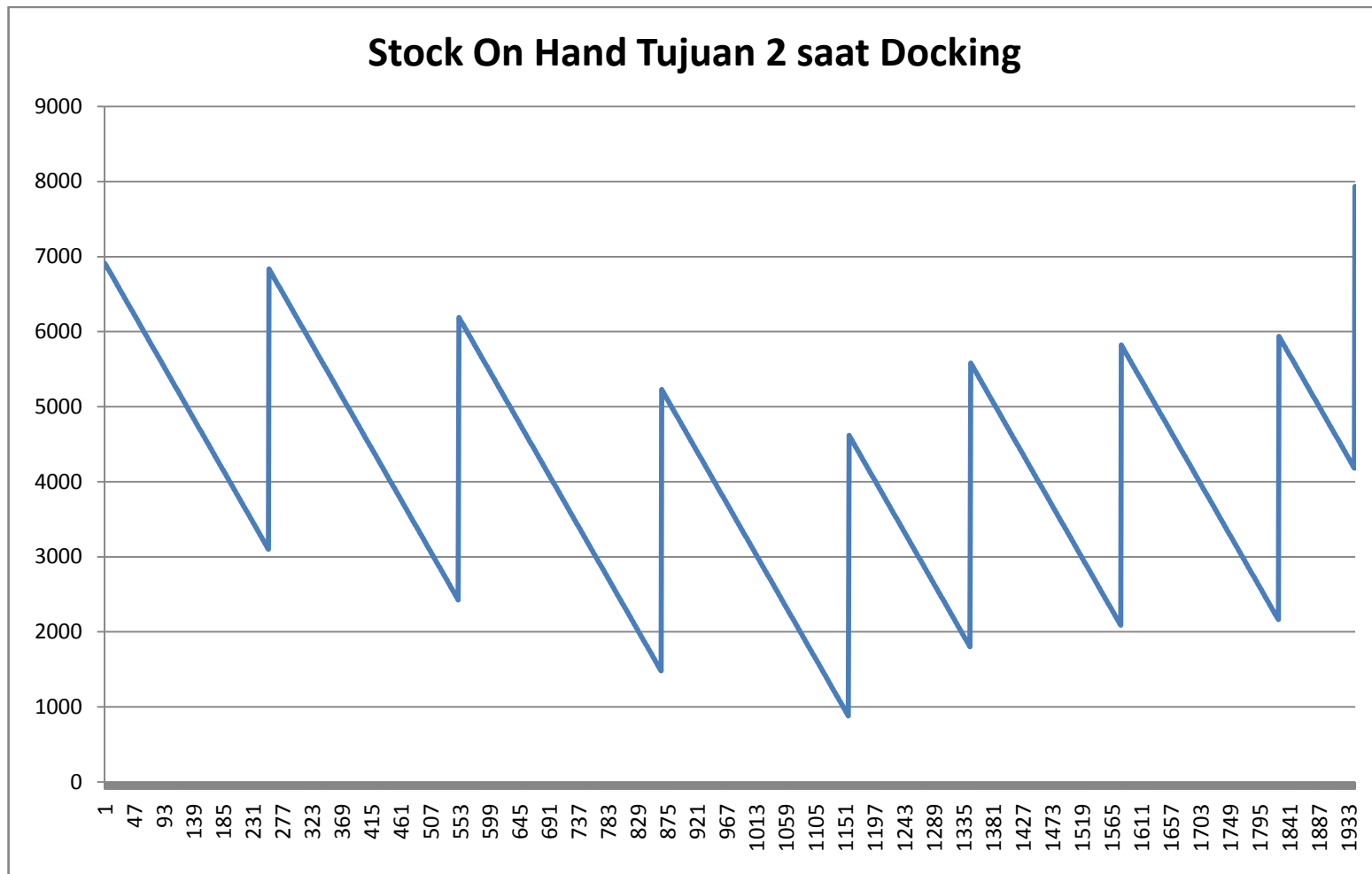
Assignment	Kode Kapal	Waktu Mulai Siklus	Tunggu InventSource	Waktu Loading	Kecepatan Laut to Tujuan 2	Waktu Sailing Source to Tujuan 2	Jumlah Boiloff	Jumlah Muatan Unloading	Waktu Unloading	Kecepatan Laut to Source	Waktu Sailing Tujuan 2 to Source	Waktu Akhir Siklus
331	2	33495.0	13.00	13.00	9.09	44.66	130.32	3769.68	12.57	8.86	48.54	33632.8
333	2	33668.0	13.00	13.00	8.44	48.13	112.20	3787.80	12.63	9.86	43.54	33804.3
336	1	34026.0	0.00	13.00	9.31	43.63	111.41	3788.59	12.63	8.34	46.22	34147.5
338	1	34278.0	0.00	13.00	8.48	47.87	155.49	3744.51	12.48	9.27	46.13	34403.5
341	2	34522.0	13.00	13.00	9.27	43.83	118.34	3781.66	12.61	9.28	43.24	34653.7
343	1	34700.8	7.22	13.00	8.93	45.50	153.49	3746.51	12.49	9.42	44.86	34829.8
346	1	35034.3	0.00									











BIODATA PENULIS



Penulis Bernama Lengkap Zulnio Tarakanantyo Yudha Perwira, dilahirkan di Tarakan, 1 November 1993, penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, penulis memulai pendidikannya pada tahun 1997-1999 di TK Al-Ikhlas Surabaya. Pendidikan selanjutnya pada tahun 1999-2005 di SD Muhammadiyah 4 Surabaya, pada tahun 2005-2008 di SMP Negeri 1 Surabaya, dan pada tahun 2008-2010 di SMA Negeri 1 Surabaya. Penyelesaian Tugas Akhir ini dilakukan penulis untuk mendapat gelar Strata-1 di Jurusan Teknik Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama masa kuliah penulis aktif berorganisasi di Himpunan Mahasiswa Teknik Industri ITS sebagai Staff Departemen Edukasi dan Kesejahteraan Mahasiswa HMTI ITS 2012/2013 kemudian dilanjutkan dengan Kepala Departemen Edukasi dan Kesejahteraan Mahasiswa HMTI ITS 2013/2014, dan anggota Sport Club Tennis TI ITS. Penulis tertarik dalam bidang optimasi dan pemodelan sistem sehingga penulis tergabung dalam jajaran keluarga besar Administrator Laboratorium Komputasi dan Optimasi Industri, bertugas membantu dosen dalam perkuliahan dan beberapa kegiatan *training software*, praktisi, dan penelitian. Tugas Akhir ini masih belum sempurna, sehingga dapat menghubungi penulis melalui nomor 087854502773 atau alamat e-mail zulniotyp@gmail.com untuk berdiskusi.

(halaman ini sengaja dikosongkan)